correspondendo a $N = 0$ o número de código

$$I = N + P + 1 = 0 + 7 + 1 = 8$$

Representam-se ainda as sequências de impulsos correspondentes a cada nível.

* * *

Falta agora evidenciar a acção do quantificador pois que, se a amplitude for por exemplo $E + \Delta/2$, o feixe encontrará a chapa na linha de separação dos níveis 8 e 9 dando lugar a duas sequências de impulsos. Efectivamente o feixe nestas condições passará parcialmente pelos espaços dos dois níveis.

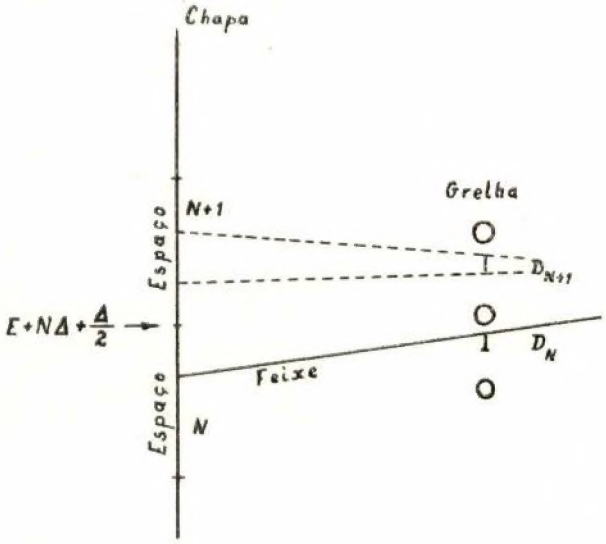


Fig. 40

O sistema quantificador é, neste caso, uma grelha constituída por fios paralelos horizontalmente dispostos que o feixe é obrigado a atravessar antes de atingir o plano da chapa (fig. 40).

O feixe electrónico é tal que encontra sempre dois fios consecutivos donde resulta uma corrente de grelha captada por estes, que é função do deslocamento vertical do feixe.

Esta corrente é utilizada num sistema de reacção que conjuntamente com a tensão V_c, anteriormente considerada, actua nas placas deflectoras y.

O resultado final desta acção é o feixe ser compelido a tomar uma posição dum domínio de estabilidade D_N tal que só encontrará os espaços correspondentes a um único nível.

O tubo realiza assim simultâneamente as funções de quantificador «grelha» e codificador «chapa código».

Outra função da grelha é conservar o feixe no nível inicialmente escolhido durante o deslocamento horizontal sendo a duração da sequência função da tensão em dente de serra que se usa.

* * *

Uma descrição pormenorizada deste tubo encontra-se na revista The Bell System T. J. — Janeiro — 1948 — R. W. Sears — «Electron Beam Deflection Tube for Pulse Code Modulation».

No referido artigo descreve-se um tubo do tipo considerado que utiliza sequências de 7 impulsos e que foi utilizado no sistema experimental que já mencionámos; note-se que, aqui, o tubo está preparado para ser actuado por sucessões moduladas simètricamente e utiliza uma definição de codificação diferente, em relação à qual se podem, no entanto, tirar as mesmas conclusões.

M — Conclusão final

Do estudo feito nesta primeira parte concluímos fundamentalmente o seguinte:

1) A realização dum sistema racional de comunicação por impulsos implica um condicionamento da fonte de informação no domínio da frequência.

2) Analìticamente pode-se demonstrar que uma função cujo espectro está limitado ao intervalo Δf fica completamente definida por um conjunto discreto de dados cujo número é em média

$$[2 \Delta f] \text{ dados por unidade de tempo}$$

3) Existe uma fórmula da «Análise»

$$S_F(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} S_F(t_n) \frac{\operatorname{sen} 2\pi F (t - t_n)}{2\pi F (t - t_n)}$$

$$t_n = \frac{n}{2F} - \tau$$

que traduz um sistema completo de comunicação por inpulsos.

4) O referido sistema é, assim, aquele que teòricamente se deve considerar em primeiro lugar.

5) O sistema pode ser realizado pràticamente. A distorsão intrínseca que introduz depende apenas dos filtros que utiliza e pode reduzir-se a valores insignificantes.

6) Pela forma como o tempo é utilizado, é o mais apropriado para a realização de sistemas múltiplos.

* * *

7) Qualitativamente evidenciou-se que a modulação em amplitude é a forma mais vulnerável ao ruído, preferindo-se na prática a modulação no tempo.

8) Um outro processo de evitar este inconveniente é a modulação em código.

9) Um código com um número finito de elementos implica apenas ser possível transmitir um número finito de amplitudes da forma

$$E + N \Delta$$

10) As amplitudes têm de ser quantificadas.

11) Um sistema em código é pràticamente livre das formas habituais de ruído e afigura-se de importância capital para longas transmissões podendo-se por regenerações sucessivas tornar a qualidade da transmissão independente da distância.

À parte a alteração duma sequência de impulsos evitável por uma regeneração conveniente, o sistema teòricamente não é vulnerável ao ruído.

12) Em contrapartida a quantificação introduz uma distorsão a qual, pelo carácter ocasional que pode tomar, é conhecida na prática por «ruído da quantificação».

13) O sistema apresenta deste modo uma distorsão intrínseca.

14) Utilizando um compressor de amplitudes podemos tornar a distorsão relativa «d_r» pràticamente independente do sinal, sendo o seu valor dado por:

$$d_r = \frac{\log M}{n\sqrt{3}}$$

15) Foi estabelecido um critério para escolha de M.

16) Na prática os códigos de maior interesse, pela facilidade de realização, são os binários.

17) É viável, neste caso, o emprego de $n = 127$ ou 128.

Para este número, M é escolhido de acordo com as características normais da conversacão, e estabeleceu-se para a distorsão relativa um valor da ordem dos — 34 db.

18) — A codificação, resolvendo o problema do ruído, introduz uma distorsão e ocupa no tempo um intervalo correspondente à duração duma sequência, o qual aumenta com o número de níveis utilizado. No sistema binário temos $n = 2^K$ sendo K o número de impulsos de cada sequência.

O tempo ocupado por cada dado de informação é assim proporcional a K e portanto a $\log_2 n$.

19) Sendo [2F] o número de impulsos transmitidos na unidade de tempo por um sistema de modulação em amplitude, um sistema em código binário com sequências de K impulsos transmitirá na unidade de tempo [2FK] impulsos.

Isto significa que teòricamente a largura de sonda dum sistema em código é K vezes maior da que se exige para um sistema de modulação em amplitude.

20) A comunicação em código binário faz-se à custa duma utilização do tempo podendo-se considerar deste modo como uma forma especial de modulação no tempo.

* * *

Destas considerações resulta que a modulação em amplitude é uma forma básica de modulação e traduz a possibilidade prática da realização dum sistema racional de comunicação por impulsos.

Os sistemas em códigos são o complemento natural da modulação em amplitude e resolvem o problema do ruído tornando-o independente da distância.

Os princípios que regem o comportamento deste conjunto constituem assim os princípios teóricos da comunicação por impulsos.

Estudaremos em seguida a modulação no tempo que é, de certo modo, uma forma intermédia entre a modulação de amplitude simples e os sistemas em código utilizando sequências de K impulsos.

2 — MODULAÇÃO DE SUCESSÕES NO TEMPO

A — Método geral de estudo. Expressão analítica da modulação no tempo

Como vamos demonstrar, existe uma forma simples de exprimir analìticamente a modulação no tempo.

A referida expressão devidamente particularizada conduz aos tipos usuais de modulação estabelecendo-se assim um método geral de estudo.

* * *

Consideremos (Fig. 41) uma sucessão periódica de impulsos rectângulares de duração T, amplitude E e período de repetição $T_r = 1/f_r$.

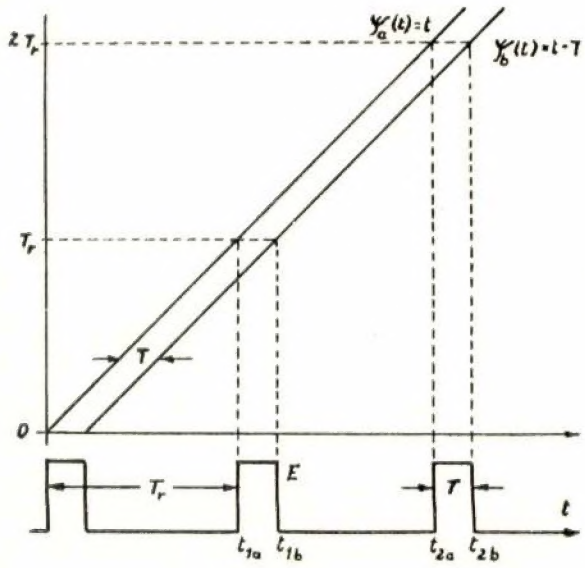


Fig. 41

Relativamente à ocorrência dos impulsos a sucessão considerada poderia ser definida impondo aos tempos t_{na} e t_{nb} correspondentes ao início e fim de cada impulso a condição de:

$$n\,T_r = t_{na}$$

$$n\,T_r = t_{nb} - T \qquad (91)$$

o que fàcilmente se deduz da construção geométrica que se apresenta (Figura 41).

Às equações (91) correspondem as funções

$$\psi_a(t) = t$$

$$\psi_b(t) = t - T \qquad (92)$$

que definem, relativamente a uma dada frequência «f_r», a lei de ocorrência dos impulsos e a sua duração.

Anàlogamente, podemos definir uma sucessão modulada no tempo do modo seguinte:

Uma sucessão dir-se-á modulada no tempo relativamente a uma frequência de repetição « f_r » se a lei de ocorrência dos lados dos impulsos for imposta por:

$$\psi_a (t_{an}) = n\ T_r$$

$$\psi_b (t_{bn}) = n\ T_r \tag{93}$$

que denominaremos «equações de modulação» (Fig. 42).

« f_r » tem o seguite significado:

Representa a frequência média da sucessão ou seja o número médio de dados transmitidos na unidade de tempo.

ψ_a (t) e ψ_b (t) serão as funções que caracterizam o tipo de modulação e serão denominadas «funções características» admitindo-se que são tais que:

$$t_{na} < t_{nb} < t_{(n+1)\,a} < t_{(n+1)\,b}$$

Como fàcilmente se conclui da figura, esta definição contem qualquer das formas usuais de modulação no tempo. Consideremos agora a correspondente expressão analítica.

Posto isto, diremos:

A expressão analítica da sucessão considerada é:

$$\int_{\psi_b (t)}^{\psi_a (t)} S_o (u)\ du \tag{95}$$

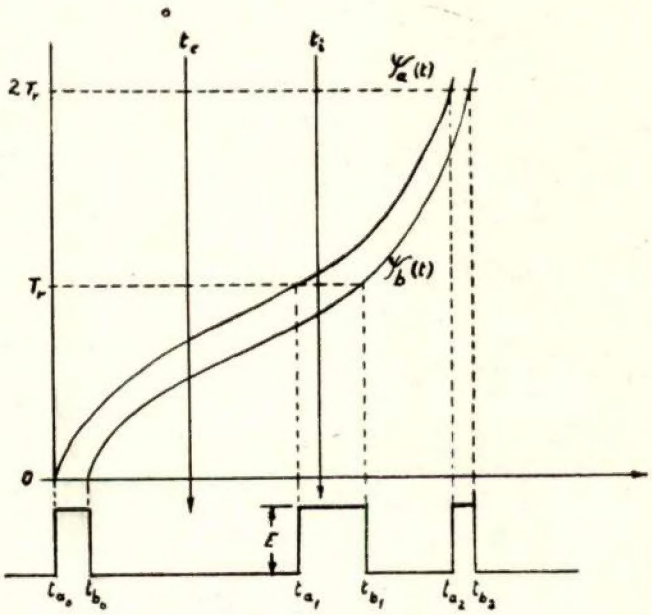


Fig. 42

em que S_o (u) tem a seguinte expressão:

$$S_o (u) = \frac{E}{T_r} \left[1 + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \cos n\ \omega_r\ u \right] \tag{96}$$

representando, assim, o elemento de (95) que caracteriza a frequência de repetição f_r ''.

Passamos a demonstrar este resultado.

* * *

Demonstração:

1) — S_o (u) pode escrever-se sob a seguinte forma:

$$S_o (u) = \lim_{K \to \infty} \frac{E}{T_r} \frac{\operatorname{sen} (2K+1) \frac{\omega_r\ u}{2}}{\operatorname{sen} \frac{\omega_r\ u}{2}} \tag{97}$$

e ainda:

$$S_o (u) = \lim_{K \to \infty} \frac{E}{T_r} \frac{\operatorname{sen} (2K+1) \frac{\omega_r}{2} (u - n\ T_r)}{\operatorname{sen} \frac{\omega_r}{2} (u - n\ T_r)} \tag{98}$$

2) A expressão estabelecida (95) será então:

$$\lim_{K \to \infty} \int_{\psi_b(t)}^{\psi_a(t)} \frac{E}{T_r} \frac{u - n\,T_r}{\operatorname{sen} \frac{\omega_r}{2}(u - n\,T_r)} \frac{\operatorname{sen}(2K+1)\frac{\omega_r}{2}(u - n\,T_r)}{u - n\,T_r}\,du \tag{99}$$

tendo-se multiplicado e dividido (98) por $(u - n\,T_r)$.

3) Utilizaremos agora o seguinte lema:

«Se $F(x)$ for uma função contínua no intervalo (a, b)

$$\lim_{N \to \infty} \int_a^b F(x) \frac{\operatorname{sen} N(x - x_0)}{x - x_0}\,dx = \pi\,F(x_0) \tag{100}$$

em que $a < x_0 < b$.

4) Seja t_i qualquer instante interior ao intervalo de duração dum impulso

$$t_{na} < t_i < t_{nb} \tag{101}$$

como é evidente da Fig. 42.

$$\psi_b(t_i) < n\,T_r < \psi_a(t_i) \tag{102}$$

5) Nestas condições pode-se aplicar a (99) o lema (100) e isto sucede qualquer que seja n, tendo-se exemplificado na figura para $n = 1$.
Pelo lema (100), (99) valerá:

$$\pi \left[\frac{E}{T_r} \frac{u - n\,T_r}{\operatorname{sen} \frac{\omega_r}{2}(u - n\,T_r)} \right]_{u = n\,T_r} = E$$

«Fica assim demonstrado que a expressão estabelecida vale «E» para qualquer instante «t_i» interior ao intervalo de duração dum impulso».

6) Seja agora um instante «t_e» exterior

$$t_{(n-1)\,b} < t_e < t_{na}$$

(95) escreve-se agora utilizando (97)

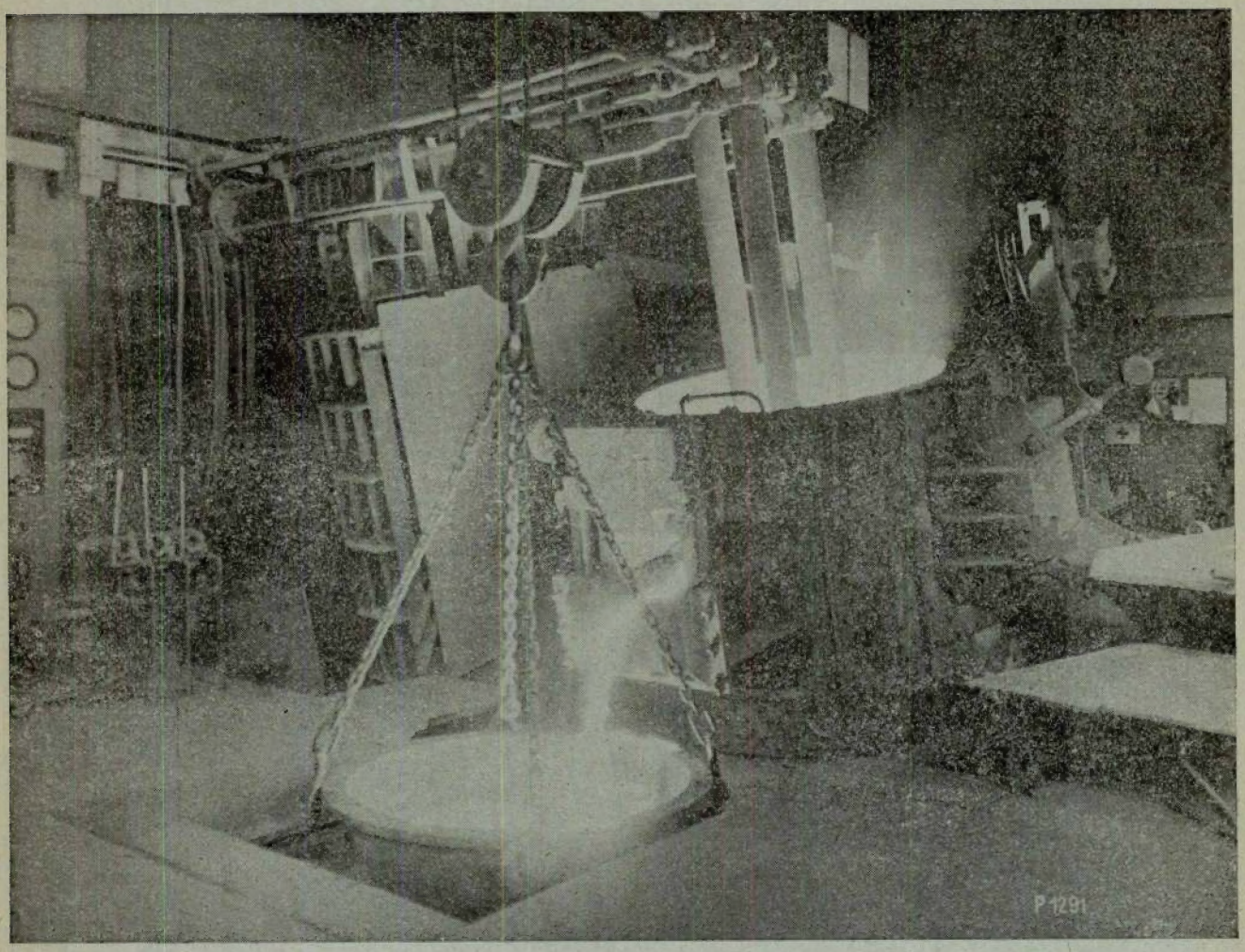
$$\lim_{K \to \infty} \int_{\psi_b(t)}^{\psi_a(t)} \frac{E}{T_r} \frac{\operatorname{sen}(2K+1)\frac{\omega_r u}{2}}{\operatorname{sen} \frac{\omega_r u}{2}}\,du \tag{103}$$

7) — Utilizaremos um lema semelhante:

$$\lim_{N \to \infty} \int_a^b F(x) \operatorname{sen} N x\,dx = 0 \qquad a < x < b \tag{104}$$

em que $F(x)$ é uma função contínua no intervalo (a, b).

SECHERON
GENEBRA



Vasamento de um forno de redução, a arco eléctrico, equipado com um regulador ultra rápido SECHERON, tipo H. F.

ALTERNADORES
TRANSFORMADORES
SOLDADURA

REGULADORES AUTOMÁTICOS DE TENSÃO
RECTIFICADORES DE VAPOR DE MERCÚRIO
TRACÇÃO ELÉCTRICA

Representantes gerais em Portugal:

SOCOTEL, L.DA

Rua de Sá da Bandeira, 651-4.º Esq.

Tel. 27013 PPC **PORTO**

— Arranque imediato

8) — Da fig. 43 vê-se que o intervalo

$$[\psi_b(t_e), \psi_a(t_e)]$$

não contém nenhum valor da forma

$$n\,T_r$$

sendo, portanto, em todo o intervalo $\operatorname{sen}\frac{\omega_r u}{2} \neq 0$. (103) está assim nas condições do lema e o seu valor será zero.

* * *

Conclusão: a expressão estabelecida satisfaz a

$$\int_{\psi_b(t)}^{\psi_a(t)} S_o(u)\,du = E \longrightarrow t_{na} < t < t_{nb}$$
$$= 0 \longrightarrow t_{nb} < t < t_{(n+1)a}$$

representando, deste modo, a expressão analítica da sucessão de impulsos modulada no tempo pelas funções características $\psi_a(t)$ e $\psi_b(t)$.

* * *

Designando por $M(u)$ uma primitiva de $S_o(u)$ teremos ainda:

$$\int_{\psi_b(t)}^{\psi_a(t)} S_o(u)\,du = M[\psi_a(t)] - M[\psi_b(t)] \tag{105}$$

$M(u)$ obtém-se fàcilmente integrando termo a termo o desenvolvimento em série de Fourier de $S_o(u)$ (96)

Resulta assim:

$$M(u) = \frac{E}{T_r}u + E\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{\pi n}\operatorname{sen} n\,\omega_r u \tag{106}$$

ou

$$= \frac{E}{T_r}u + E\sum_{\substack{n=-\infty\\ n\neq 0}}^{\infty}\frac{1}{2\pi n j}\,\varepsilon^{j n \omega_r u}$$

* * *

Particularizando $\psi_a(t)$ e $\psi_b(t)$ determinamos fàcilmente as expressões analíticas correspondentes aos diversos tipos de modulação bem como os respectivos espectros.

* * *

A interpretação do resultado que estabelecemos é a seguinte:

1) Definindo a modulação no tempo pelas funções $\psi_a(t)$ e $\psi_b(t)$ conclui-se, como notamos, que durante a ocorrência dum impulso o intervalo

$$\left[\psi_b(t), \psi_a(t)\right]$$

contém sempre um e um só múltiplo do T_r e a cada $n\,T_r$ corresponde sempre um impulso.

2) Daqui resulta que a expressão analítica da sucesssão poderia ser expressa por

$$E\int_{\psi_b(t)}^{\psi_a(t)} \delta(u - n\,T_r)\,du$$

em que $\delta(u)$ é a função de Dirac.

$\delta\,(u - n\,T_r)$ torna-se infininita em $n\,T_r$ e anula-se para $u \neq n\,T_r$, tendo-se

$$\int_{\psi_b(t)}^{\psi_a(t)} \delta\,(u - n\,T_r)\,du = 1$$

sempre que «t» corresponde a um instante do intervalo de duração dum impulso.

Se $[\psi_b(t), \psi_a(t)]$ não contiver nenhum valor $n\,T_r$ o integral é nulo.

Como vamos ver $S_o(u)$ equivale exactamente a uma sucessão periódica de funções

$$\delta\,(u - n\,T_r)$$

multiplicadas por E.

Efectivamente o desenvolvimento em série de Fourier duma sucessão de impulsos rectangulares de duração T, amplitude A e período de repetição T_r, e em que os eixos dos impulsos ocorrem nos instantes $n\,T_r$ é:

$$A\,\frac{T}{T_r} + \sum_{n=1}^{\infty} 2\,\frac{A}{\pi\,n}\,\text{sen}\,n\,\pi\,\frac{T}{T_r}\,\cos n\,\omega_r\,t$$

fazendo tender $T \to 0$ e $A \to \infty$ de modo que

$$\lim AT \to 1$$

obtemos:

$$\left(\frac{1}{T_r} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2}{T_r}\,\cos n\,\omega_r\,t\right)$$

que representa assim uma sucessão periódica de impulsos de amplitude infinita e duração infinitésimal.

Multiplicando por E e pondo $t = u$ obtem-se:

$$\frac{E}{T_r}\left[1 + 2\sum_{n=1}^{\infty} \cos n\,\omega_r\,u\right] = S_o(u)$$

A demonstração que se deu representa a justificação rigorosa deste raciocínio.

* * *

O método que acabamos de expor é, segundo supomos, original.

B — Formas usuais de modulação no tempo. Funções características

Das diversas formas que existem de modulação no tempo, estudaremos três que são de uso corrente:

Modulação em duração — MD
Modulação em posição ou de fase — MP
Modulação de frequência — MF

* * *

I — Modulação em duração

Neste tipo de modulação a duração dos impulsos é uma função linear do sinal modulante existindo três maneiras possíveis de a realizar (Fig. 43):

1) — Mantêm-se os instantes «t_{na}» correspondentes ao início de cada impulso.
2) — Mantêm-se os tempos «t_{nb}» em que os impulsos terminam.
3) — Variam ambos.

Ao primeiro caso correspondem as seguintes funções características:

$$\psi_a(t) = t \qquad (107)$$
$$\psi_b(t) = t - [T + m f(t)] \qquad 1 + m f(t) \geqslant 0$$

em que f (t) representa o sinal modulante e m é um factor de normalização cujas dimensões físicas são o inverso das de f (t), T é a duração dos impulsos na sucessão não modulada $f(t) \equiv 0$.

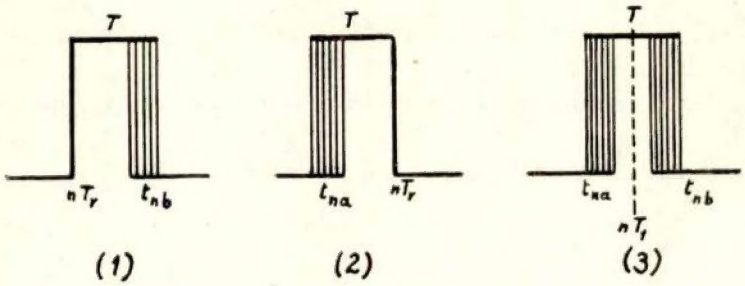


Fig. 43

As equações de modulação são:

$$t_{na} = n T_r$$
$$t_{nb} - T[1 + m f(t_{nb})] = n T_r \qquad (108)$$

e delas se conclui que:

a) Os impulsos se iniciam periódicamente nos instantes $n T_r$

b) A duração de cada impulso

$$t_{nb} - t_{na} = t_{nb} - n T_r = T[1 + m f(t_{nb})]$$

é uma função linear do valor de f (t) tomado no instante t_{nb}, em que o impulso termina.

* * *

Anàlogamente, ao segundo caso corresponderia:

$$\psi_a(t) = t + T[1 + m f(t)] \qquad (109)$$
$$\psi_b(t) = t$$

e ao terceiro:

$$\psi_a(t) = t + T_1[1 + m f(t)] \qquad (110)$$
$$\psi_b(t) = t - T_2[1 + m f(t)]$$

que no caso de haver simetria será $T_1 = T_2 = \frac{T}{2}$ o que é equivalente à soma de duas sucessões dos dois primeiros tipos em que T fosse substituído por T/2.

* * *

No quadro n.º 7 representa-se gràficamente cada um dos tipos considerados, bem como as funções características correspondentes.

* * *

Moduladores:

São simples de conceber, ilustrando-se no quadro n.º 7 um possível processo de modulação, o qual consta dum sistema que controlado por uma tensão v_c apresenta o seguinte tipo de resposta:

$v_c < V_o$ saída = O
$v_c > V_o$ saída = E
$v_c < V_o$ saída = O

e assim sucessivamente.

Usando como tensão de controle uma função periódica triangular a que se sobrepõe uma tensão proporcional a f (t), obtem-se uma sucessão modulada em duração.

Consoante o tipo que se considere, assim varia a tensão triangular.

Existem outros processos, sendo este o que mais directamente se relaciona com as funções características, verificando-se fàcilmente qua os tempos t_a, t_b satisfazem as equações de modulação.

2 — Modulação em posição ou fase

Na modulação em posição o tempo de ocorrência do impulso, t_{na}, varia em relação a n T_r sendo os desvios uma função linear de f (t).

Os tempos t_{nb} têm exactamente a mesma lei de variação, uma vez que a duração se mantem constante e igual a T.

As funções características tomam, neste caso, a forma:

$$\begin{aligned} \psi_a(t) &= t - T_a\, m\, f(t) \qquad\qquad |\, m\, f(t)\, | \leqslant 1 \\ \psi_b(t) &= (t - T) - T_a\, m\, f(t - T) = \psi_a(t - T) \end{aligned} \tag{111}$$

O desvio que o impulso sofre

$$t_{na} - n\, T_r = T_a\, m\, f(t_{na})$$

é proporcional ao valor de f (t) tomado no instante t_{na}.

T_a representa o desvio máximo possível.

* * *

Podia-se dar outra definição em que:

$$\begin{aligned} \psi_a(t) &= t + T_a\, m\, f(t) \\ \psi_b(t) &= t - T + T_a\, m\, f(t - T) \end{aligned} \tag{112}$$

* * *

No quadro n.º 7 mostra-se, gràficamente, a formação duma sucessão modulada em posição a partir de ψ_a (t).

* * *

Moduladores:

A modulação em posição pode obter-se indirectamente duma sucessão modulada em duração correspondendo as definições apresentadas, respectivamente, aos dois primeiros tipos considerados. Fig. 43 (1) e (2).

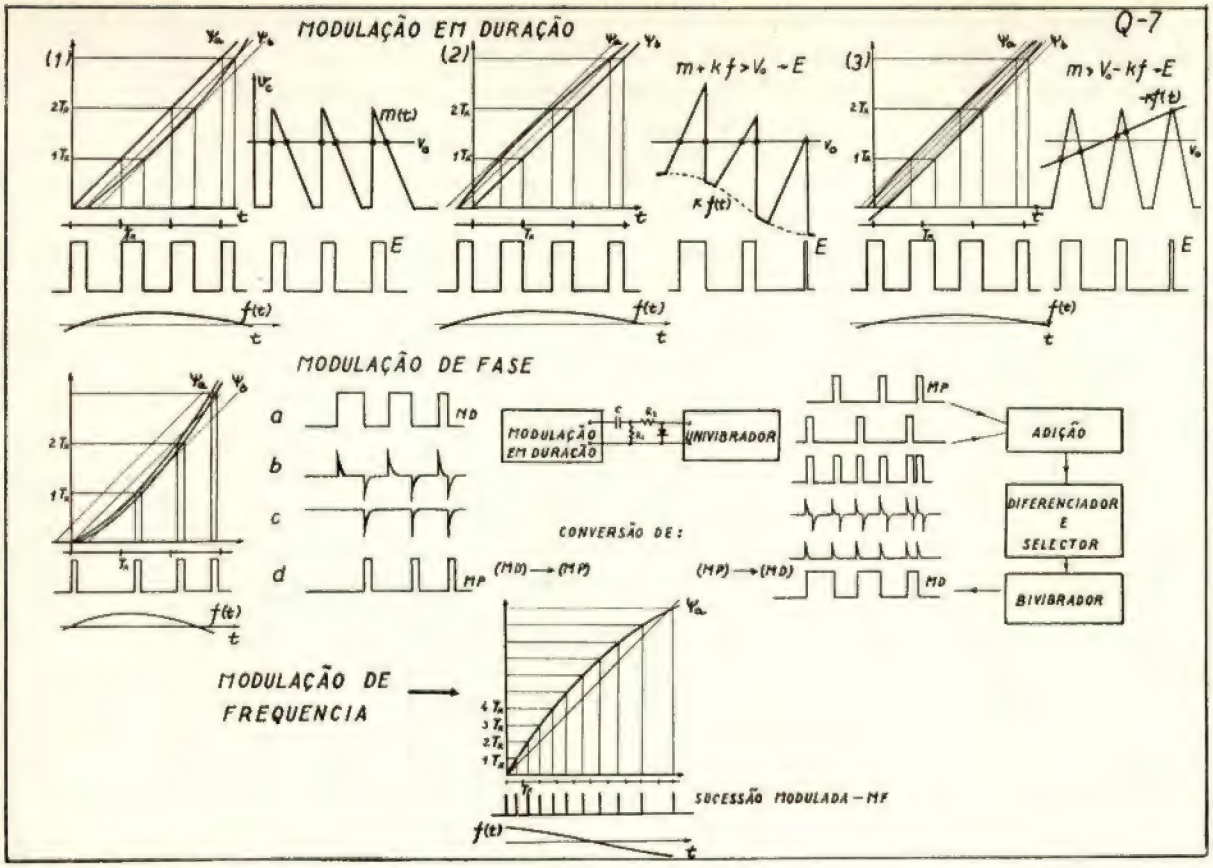
No quadro n.º 7 mostra-se para um dos casos a formação duma sucessão modulada em posição, doutra modulada em duração bem como uma possível montagem.

a) Temos a sucessão modulada em duração;
b) Mostra-se o resultado de se ter diferenciado cada um dos impulsos de (a);
c) Eliminaram-se os impulsos positivos de (b);
d) Os impulsos de (c) actuam num univibrador que origina impulsos rectangulares de duração T constituindo-se assim uma sucessão modulada em posição.

3 — Modulação de frequência

Há uma diferença fundamental entre este tipo de modulação e os dois anteriores.

Efectivamente nas modulações em duração e de fase a cada amplitude f (t_{na}) ou f (t_{nb}) corresponde um dado de informação que é transmitido por meio da duração do impulso ou pelo desvio que este apresenta em relação a um referencial n T_r.



Considerado como entidade isolada, um impulso rectangular é definido pelas seguintes características:

Amplitude	E_n
Duração	T_n
Tempo de ocorrência . . .	t_{na}

Qualquer dos tipos de modulação, até agora considerados, faz corresponder a um valor de f (t) tomado num instante vizinho de n T_r um impulso em que uma das grandezas características é uma função linear desse valor.

São assim regularmente transmitidos « f_r » dados de informação por unidade de tempo, prestando-se qualquer dos processos à realização de sistemas múltiplos, facto a que já nos referimos.

Na modulação de frequência cada impulso de per si não tem qualquer significado mas sim o número de impulsos que ocorre na unidade de tempo. A informação é transmitida por variação da densidade do número de impulsos no tempo.

Para uma mensagem de longa duração a frequência média é f_r, sendo assim transmitidos um número de impulsos igual a:

Duração da mensagem x fr.

* * *

À semelhança da modulação de frequência de oscilações sinusoidais, teremos uma frequência instantânea

$$f_t = f_r + Fo\ m\ f\ (t) \qquad (113)$$

Vamos agora obter a função ψ_a (t) correspondente ao início de cada impulso; ψ_b (t) será, como na modulação de fase

$$\psi_b\ (t) = \psi_a\ (t - T)$$

em que T é a duração do impulso.

Na fig. 44 mostra-se, um sistema de eixos (y, x), a função ψ_a (t), uma sucessão de impulsos de duração infinitésimal e a correspondente sucessão modulada.

Um ponto P da curva ψ_a (t) desloca-se segundo os eixos com as velocidades:

$$\frac{dy}{dt} \quad e \quad \frac{dx}{dt}$$

O número de impulsos que na unidade de tempo P_y encontrava se, num dado instante, a velocidade se mantivesse, era:

$$\frac{dy}{dt} f_r \tag{114}$$

e para P_x ter-se-ia anàlogamente

$$\frac{dx}{dt} f_t \tag{115}$$

em que f_t é a frequência instantânea.

Igualando e notando que

$$y = \psi_a (t) \quad e \quad x = t$$

temos

$$\frac{d\psi a}{dt} = \frac{f_t}{f_r}$$

ou ainda:

$$\psi_a = \frac{1}{f_r} \int f_t \, dt \tag{116}$$

Da relação (113) virá:

$$\psi_a (t) = t + \frac{F_o}{f_r} \int m \, f (t) \, dt \tag{117}$$

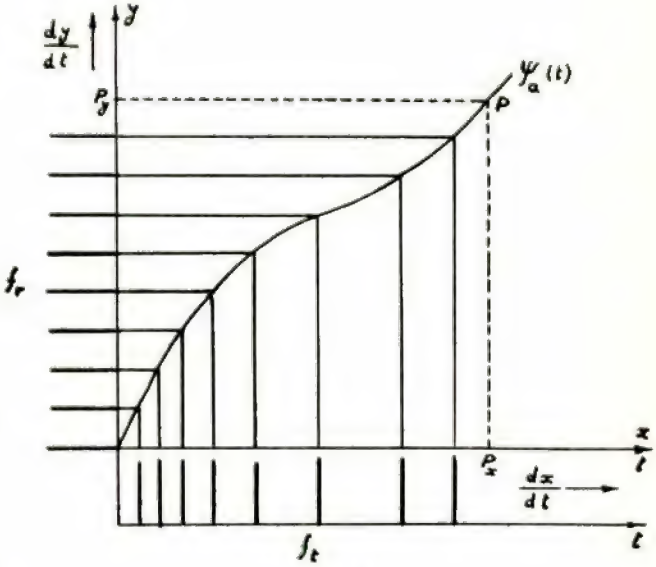


Fig. 44

É interessante notar que nas modulações em duração e fase as funções características podem-se determinar directamente a partir de f (t) enquanto que aqui se impôs a lei de variação da frequência, determinando-se em seguida a função característica.

Este facto marca bem a diferença entre a modulação de frequência e as anteriores.

* * *

As funções características serão finalmente

$$\begin{aligned} \psi_a (t) &= t + \frac{F_o}{f_r} m \, P (t) \\ \psi_b (t) &= t - T + \frac{F_o}{f_r} m \, P (t - T) \end{aligned} \tag{118}$$

em que P (t) representa uma primitiva de f (t).

* * *

Moduladores:

A modulação da frequência pode-se obter a partir duma oscilação sinusoidal modulada em frequência utilizando-se as alternâncias positivas ou negativas para desencadear externamente um gerador de impulsos.

* * *

No quadro n.º 7 mostra-se a formação duma sucessão com a frequência modulada.

Note-se que os impulsos comprimem-se e afastam-se com deslocamentos, em relação a n T_r, superiores ao período de repetição T_r.

Esta circunstância não permite utilizar a modulação de frequência na realização de sistemas múltiplos.

Claro está que se F_o for suficientemente pequeno tal não sucederá mas, como se verá, não convém que F_o tome valores muito baixos.

Na modulação de fase ou duração, os deslocamentos dos lados dos impulsos, são na prática, uma pequena fracção do período de repetição T_r dispondo-se assim de tempo para intercalar outras sucessões.

C — Determinação das expressões analíticas de sucessões de impulsos moduladas no tempo. Desmodulação.

Como vamos ver, qualquer dos tipos de modulação considerados introduz distorsão; esta reduz-se no entanto a valores toleráveis podendo utilizar-se como desmodulador um filtro passa-baixas.

1 — Modulação em duração

Designaremos por S_{MD} (t) a expressão analítica da sucessão modulada em duração.

Consideremos o caso de se manterem fixos os instantes t_{na}. Dos resultados anteriores teremos:

$$\text{a)} \qquad \begin{aligned} \psi_a(t) &= t \\ \psi_b(t) &= t - T\,[1 + m\,f(t)] \end{aligned} \qquad (107)$$

Da expressão geral (105) resulta:

$$\text{b)} \qquad S_{MD}(t) = M\,[t] - M\,[t - T\,(1 + m\,f(t))] \qquad (119)$$

em que:

$$\text{c)} \qquad M(u) = \frac{E}{T_r}\,u + E \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{\pi\,n}\,\text{sen}\,n\,\omega_r\,u$$

simplificando a expressão (119) obtemos para S_{MD} (t)

$$S_{MD}(t) = E\,\frac{T}{T_r} + E\,\frac{T}{T_r}\,m\,f(t) +$$

$$+ E \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{\pi\,n}\,2\,\text{sen}\,n\,\omega_r\,\frac{T}{2}\,(1 + m\,f(t))\,\cos n\,\omega_r \left[t - \frac{T}{2}\,(1 + m\,f(t))\right] \qquad (120)$$

que representa assim a expressão analítica modulada em duração, assimètricamente.

* * *

Suponhamos, agora, que T é suficientemente pequeno para que até $\frac{1}{\pi\,n}$ se tornar

$$\frac{1}{\pi\,n} \ll 1$$

se poder tomar no primeiro factor do somatório o arco pelo seno e no segundo desprezarmos $T/2\,[1 + m\,f(t)]$.

A expressão (120) converte-se em:

$$S_{MD}(t) \simeq E\frac{T}{T_r} + E\frac{T}{T_r}\, m\, f(t) + E\sum_{n=1}^{\infty} 2\frac{T}{T_r}[1 + m\, f(t)]\cos n\,\omega\, r\, t \qquad (121)$$

que representa uma sucessão de impulsos de duração infinitesimal

$$E\frac{T}{T_r} + E\sum_{n} 2\frac{T}{T_r}\cos n\omega_r t$$

modulada em amplitude por

$$[1 + m\, f(t)]$$

Podemos, assim, concluir que:

1) Quando os impulsos forem muito curtos, em relação ao período de repetição, o espectro de

$$E\frac{T}{T_r}[1 + m\, f(t)]$$

é separável do espectro de $S_{MD}(t)$ mediante um filtro passa-baixas de frequência $F = f_r/2$, sempre que $f(t)$ seja uma função do tipo $S_F(t)$.

2) A expressão (120) diz-nos contudo, que as frequências $n\, f_r$ têm bandas laterais que não são limitadas no domínio da frequência, pelo que haverá sempre distorsão, diminuindo esta com T.

* * *

Consideremos agora o caso de variarem os dois lados do impulso, ou seja:

$$\psi_a(t) = t + \frac{T}{2}[1 + m\, f(t)]$$

$$\psi_b(t) = t - \frac{T}{2}[1 + m\, f(t)]$$

obtemos, nestas condições:

$$S_{MD}(t) = E\frac{T}{T_r} + E\frac{T}{T_r}\, m\, f(t) + E\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{n\pi}\, 2\,\mathrm{sen}\, n\omega_r\frac{T}{2}[1 + m\, f(t)]\cos n\omega_r t \qquad (122)$$

Verifica-se que na modulação simétrica (122) aparecem termos simples em $\cos n\omega_r t$ o que não sucedia em (121).

É, pois, de esperar que se observe aqui um distorsão menor que na modulação assimétrica.

2 — Modulação em posição

Neste caso temos:

a) $\psi_a(t) = t - T_a\, m\, f(t)$

$\psi_b(t) = t - T - T_a\, m\, f(t - T)$

b) Vindo para a expressão analítica de $S_{MP}(t)$

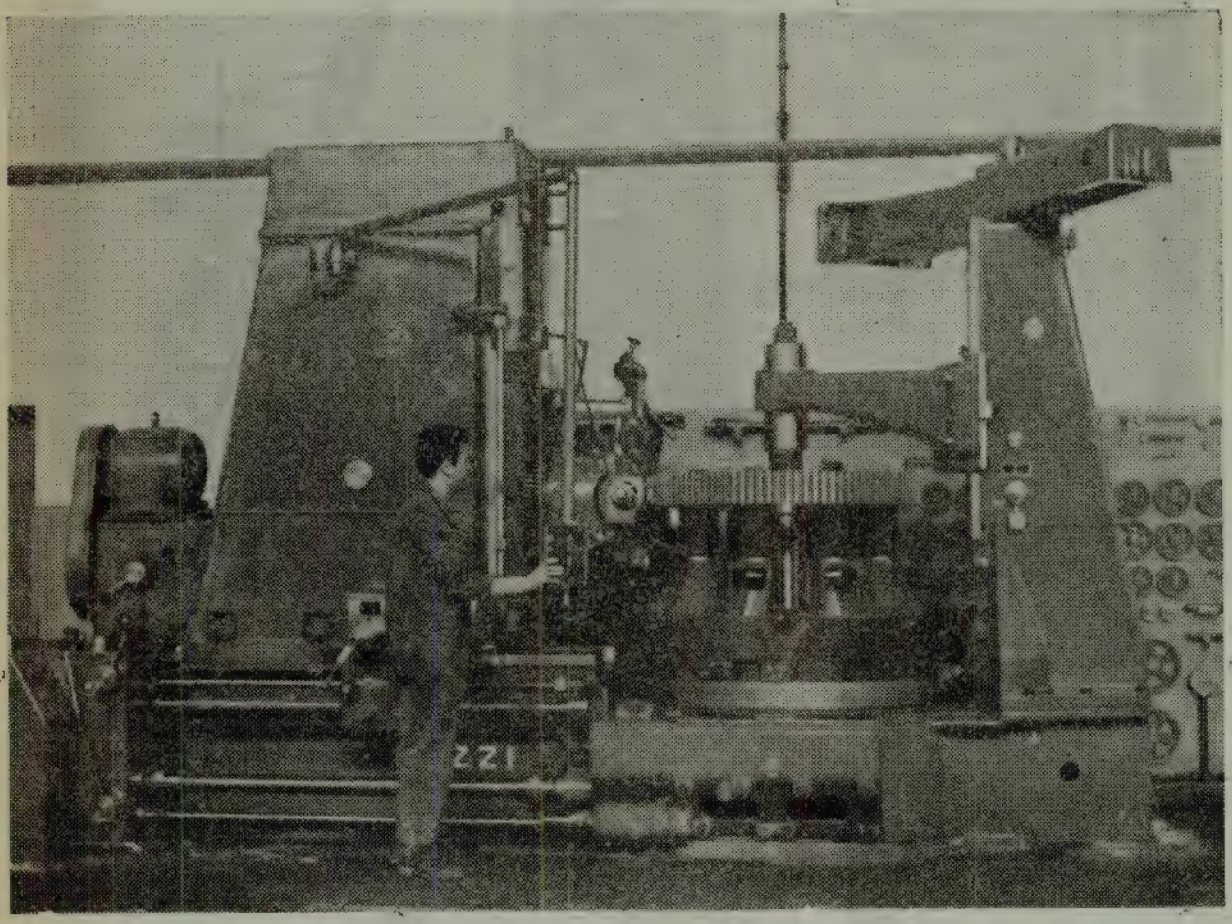
$$S_{MP}(t) = E\frac{T}{T_r} - E\frac{T_a}{T_r}[m\, f(t) - m\, f(t-T)] +$$

$$+ E\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{\pi n}\, 2\,\mathrm{sen}\frac{n\omega_r}{2}[T - T_a(m\, f(t) - m\, f(t-T))] \times \cos n\omega_r\left[t - \frac{T}{2} - \frac{T_a}{2}(m\, f(t) + m\, f(t-T))\right] \qquad (123)$$

MAGUE

S. E. MONIZ DA MAIA & VAZ GUEDES, L.DA

Alverca — Portugal



Uma das frezadoras que equipam as Oficinas «MAGUE»

Caracteristicas { Módulo máx. com freza-mãe : 24
Diâmetro máx. (int. e ext.) : 2,80 m

●

PROJECTO E FABRICO DE

PONTES ROLANTES
GUINDASTES
GRUAS, DERRICKS E GUINCHOS
APARELHOS DE ELEVAÇÃO ESPECIAIS
CONSTRUÇÕES METÁLICAS PESADAS

GUINDASTES

para diversos

fins e exigências

Modelo de confiança

bem conhecido

Exportados pela :

NIKEX — Companhia de Comércio Externo Húngara para a Indústria Pesada

Budapeste 4 POB 103 HUNGRIA

Telegramas : NIKEXPORT

Desde que T seja muito pequeno

$$m\,f(t) - m\,f(t-T) \simeq T\,m\,f'(t)$$

vindo então:

$$S_{MP}(t) = E\,\frac{T}{T_r} - E\,\frac{T}{T_r}\,T_a\,m\,f'(t) + E\sum_{n=1}^{\infty} 2\,\frac{T}{T_r}\,[1 - T_a\,m\,f'(t)]\cos n\,\omega_r\,[t - T_a\,m\,f(t)] \qquad (124)$$

Da interpretação de (124) conclui-se, na hipótese de impulsos curtos, que a recuperação do sinal poderia fazer-se do modo seguinte:

1) — Desmodulação por um filtro passa-baixas
2) — Obtenção de $f'(t)$
3) — Integração

Quanto à distorsão poderíamos fazer considerações semelhantes às da modulação em duração; desde que o desvio máximo T_a seja pequeno, a distorsão será insignificante.

* * *

Comparemos, entretanto, nos dois casos, qual a redução que o sinal sofre ao ser desmodulado. Seja:

$$f(t) = \text{sen}\,\omega t \qquad \omega = 2\,\pi\,f \qquad f = 2.000\ \text{Hz} = \frac{F}{2}$$

Modulação em duração $T = 5\,\mu S$
Período de repetição $T_r = 125\,\mu S$
$m = 1$

Na desmodulação pelo filtro obtemos:

$$E\,\frac{T}{T_r}\,\text{sen}\,\omega\,t = \frac{E}{25}\,\text{sen}\,\omega\,t$$

Modulação de fase $T_a = 5\ \mu S$
Período de repetição $T_r = 125\ \mu S$
Duração do impulso $T = 0{,}5\,\mu S$
$m = 1$

De acordo com (124) teremos à saída do filtro:

$$E\,\frac{T}{T_r}\,T_a\,\omega\cos\omega\,t = E\,\frac{1}{4.000}\cos\omega\,t$$

que representa um valor muito menor que o anterior. O facto poderia ser compensado utilizando amplitudes maiores uma vez que os impulsos têm menor duração ($T = 0{,}5\,\mu S$). O processo de desmodulação que usualmente se utiliza, consiste em converter a sucessão noutra modulada em duração. Isto consegue-se adicionando duas sucessões, uma modulada e outra não; o conjunto é equivalente a uma sucessão de duplos impulsos cujo afastamento relativo segue a lei de variação duma sucessão modulada em duração.

Se esta for diferenciada e eliminando os impulsos duma dada polaridade, obtemos uma série de impulsos que actuando um sistema de dois estados estáveis (bivibrador) transformará a sucessão inicial noutra modulada em duração (Quadro n.º 7).

3 — Modulação de frequência

Neste caso teremos:

a) $\psi_a(t) = t + \frac{F_o}{f_r} m P(t)$

$$\psi_b(t) = t - T + \frac{F_o}{f_r} m P(t-T)$$

em que P (t) é uma primitiva de f (t).

b) Determinando-se a expressão analítica da sucessão modulada $S_{MF}(t)$

$$S_{MF}(t) = E\frac{T}{T_r} + \frac{E}{T_r}\frac{F_o}{F_r} m [P(t) - P(t-T)] +$$

$$+ E \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{\pi n} 2 \operatorname{sen} \frac{n\omega_r}{2}\left[T + \frac{F_o}{f_r} m (P(t) - P(t-T))\right] \cos n\omega_r \left[t - \frac{T}{2} + \frac{F_o m}{2 f_r}(P(t) + P(t-T))\right] \quad (125)$$

Desde que T seja muito pequeno:

$$P(t) - P(t-T) \simeq T P'(t) = T f(t) \quad (126)$$

e (125) converte-se em:

$$S_{MF}(t) = E\frac{T}{T_r} + E\frac{T}{T_r}\frac{F_o m}{f_r} f(t) +$$

$$+ E \sum_{n=1}^{\infty} 2\frac{T}{T_r}\left[1 + \frac{F_o}{f_r} m f(t)\right] \cos n\omega_r \left[t + \frac{F_o}{f_r} m P(t)\right] \quad (126-a)$$

1) Utilizando um filtro passa-baixas obtemos dentro da aproximação de (126) o sinal f (t).
2) A distorsão assume aqui aspectos mais graves; efectivamente, a menos que o desvio de frequência — F_O — tome valores muito baixos, o que acarretaria na desmodulação uma resposta de baixo nível, teremos sempre uma distorsão que resulta principalmente da banda lateral esquerda de « f_r ».

Particularização da expressão geral $\int_{\psi_b(t)}^{\psi_a(t)} S_o(u)\,du$ para sucessões de impulsos de curta duração.

A expressão geral (95) que estabelecemos

$$\int_{\psi_b(t)}^{\psi_a(t)} S_o(u)\,du \quad (95)$$

e que nos dá a expressão analítica, correcta, para qualquer forma de modulação no tempo é susceptível duma simplificação para a hipótese da duração dos impulsos ser muito pequena em relação ao período de repetição «T_r».

Tem especial interesse o caso em que o tipo de modulação é tal que a duração dos impulsos se mantem constante e igual a T. Nestas circunstâncias é possível estabelecer-se numa expressão geral simplificada muito simples e que é suficientemente exacta sempre que se verifique a condição d

$$T << T_r$$

As modulações em posição e de frequência incluem-se no tipo de modulação considerado e é-lhes, portanto, aplicável a expressão que vamos estabelecer.

* * *

Admitindo que a duração dos impulsos se mantém constante e igual a T as funções características ψ_a (t) e ψ_b (t) estão relacionadas por:

$$\psi_b (t) = \psi_a (t - T) \tag{127}$$

Se a duração T for muito curta

$$T << T_r$$

ψ_b (t) será aproximadamente igual a:

$$\psi_b (t) = \psi_a (t - T) \simeq \psi_a (t) - T \psi'_a (t) \tag{128}$$

o que substituindo em (95) conduz a

$$\int_{\psi_a (t) - T \psi'_a (t)}^{\psi_a (t)} S_o (u) \, du \tag{129}$$

Desprezando a variação de S_o (u) no intervalo T ψ'_a (t) teremos para (129) a expressão aproximada.

$$S_o [\psi_a (t)] \; T \;\; \psi'_a (t) \tag{130}$$

(130) representa assim uma «expressão geral» aproximada para qualquer forma de modulação no tempo em que a duração dos impulsos se mantenha e estes sejam de curta duração.

A expressão que estabelecemos tem uma interpretação física interessante:

S_o [ψ_a (t)] T representa uma sucessão de impulsos de curta duração modulada no tempo e função característica. ψ_a (t). Nesta sucessão a duração dos impulsos não se mantém constante uma vez que se substitui na sucessão periódica, não modulada

$$S_o (t) \; T$$

t por ψ_a (t).

ψ'_a (t) representa um factor de correcção à referida variação de duração de tal modo que o produto é equivalente a uma sucessão de impulsos modulada no tempo mas em que a duração é constante e igual a T.

* * *

Da inspecção das expressões (124) e (126 — a) conclui-se imediatamente que se poderiam obter directamente da expressão geral simplificada (130) em vez de, como fizemos, simplificar a expressão particular estabelecida para cada tipo de modulação.

Efectivamente teremos, por exemplo, para o caso da modulação em posicão

$$\psi_a (t) = t - T_a \, m \, f (t)$$

podendo-se escrever (124) sob a forma

$$S_{MP} (t) = S_o [t - T_a \, m \, f (t)] \;\; T \;\; [1 - T_a \, m \, f' (t)]$$

ou seja como era de esperar

$$S_o [\psi_a (t)] \; T \; \psi'_a (t)$$

(Continua)

C. D. U. 621.331.5/94

Elementos sobre a produção e o consumo de energia na rede eléctrica nacional

— Elementos extraídos das estatísticas mensais do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.)

NOTA: *As produções e os consumos das empresas do R. N. C. representam cerca de 91,4 % dos totais do País.*

MAIO

I — Breve nota mensal

Dado o regime hidrológico verificado, continuaram a verificar-se neste mês descarregamentos importantes.

II — Elementos gerais (GWh)

a) Mensais

	1955	1956	Variação %
Produção hidráulica (P_h) . . .	145,7	157,5	+ 8
Produção térmica (P_t)	1,3	0,0	—100
Produção total (P_T)	147,0	157,5	+ 7
Cons. electroquímico (C_{eq}) (1)	38,6	42,2	+ 9
Cons. permanentes (C_p) . . (1)	103,7	111,5	+ 8
Consumo total (C_T) . . . . (1)	142,3	153,7	+ 8

b) Acumulados desde 1 de Janeiro

	1955	1956	Variação %
Produção hidráulica (P_h) . . .	707,0	831,3	+ 18
Produção térmica (P_t)	21,7	3,3	— 85
Produção total (P_T)	728,7	834,6	+ 16
Cons. electroquímico (C_{eq}) . (1)	177,3	213,2	+ 20
Cons. permanentes (C_p) . . . (1)	528,5	597,7 (2)	+ 13
Consumo total (C_T) . . . . . (1)	705,8	810,9	+ 15

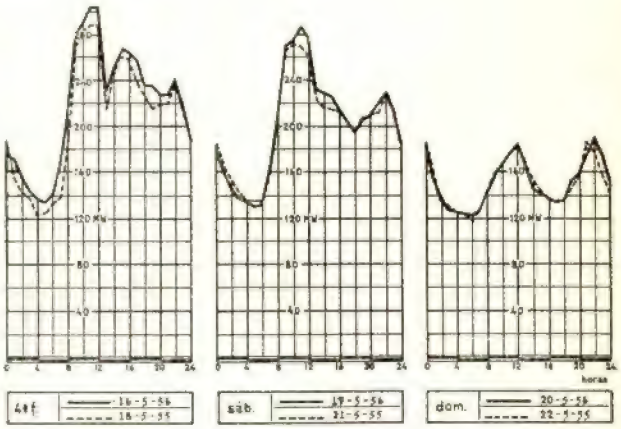
Notas:

(1) Vidé nota correspondente ao mês de Janeiro.

(2) Obtido depois de corrigido o valor acumulado no mês anterior.

III — Diagramas de carga dos dias característicos

	4.ª feira:	
	18-5-955	16-5-956
Produção hidráulica (P_h) — MWh	5132	5411
Produção termica (P_t) — MWh . .	50	0
Produção total (P_T) — MWh . . .	5182	5411
Utilização da ponta (U) — horas	17,7	17,4
Factor de carga (α)	0,74	0,73
Relação $\frac{\text{Pot. mín.}}{\text{Pot. máx.}}$ (r)	0,42	0,43

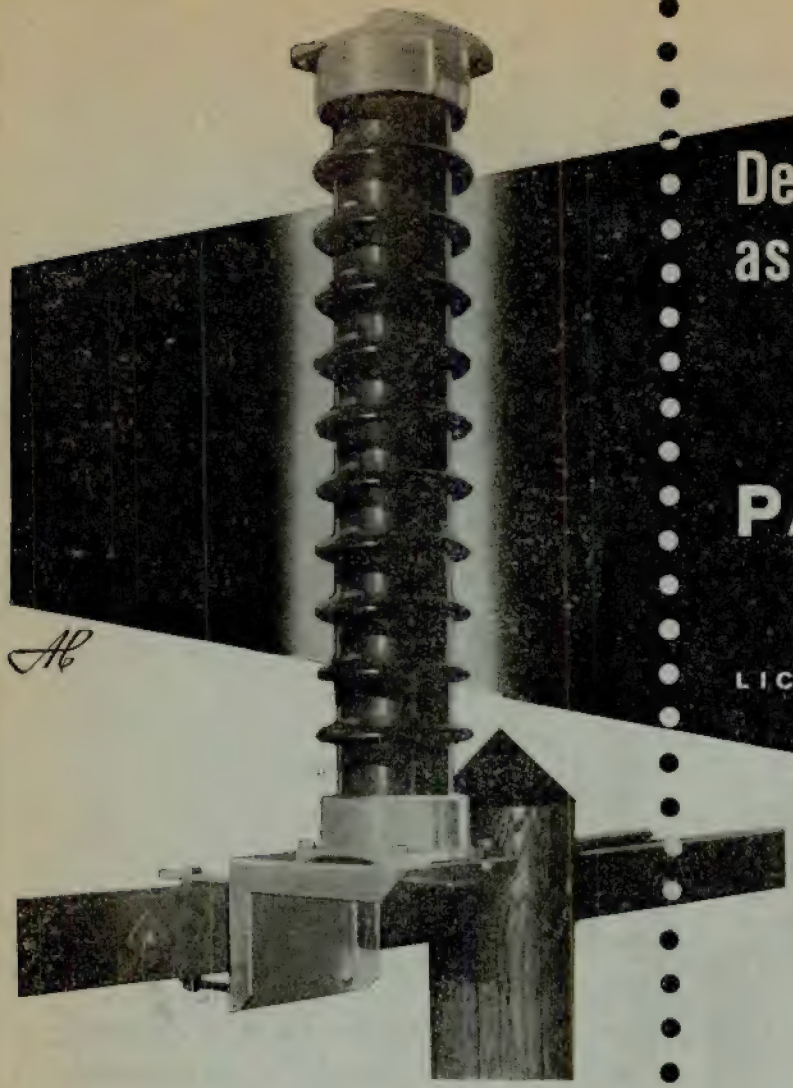


IV — Energia armazenada nas principais albufeiras no fim do mês.

Albufeira	Energia armazenada	
	GWh	% (1)
Venda Nova	130,9	99,7
Salamonde	27,7	99,2
Caniçada	33,3	99,4
Guilhofrei	8,3	100,0
Lagoa Comprida	29,5	100,0
Santa Luzia	33,9	100,0
Cabril	330,5	99,9
Castelo do Bode	164,1	100,0
Pracana	10,2	98,6
Póvoa	11,3	99,1
Total	791,7	99,6

Nota:

(1) Coeficiente de enchimento em energia das albufeiras, definido como se indica na nota correspondente ao mês de Janeiro.



Defenda eficazmente as suas instalações

com a protecção que lhes pode ser dada pelos

PÁRA-RAIOS ACEC

LICENÇA WESTINGHOUSE

ACEC CHARLEROI

PRODUTO DA MAIS RECENTE E APERFEIÇOADA TÉCNICA DE FABRICAÇÃO

Tipo AX

Pára-raios de expulsão, destinado à protecção de transformadores de distribuição.

Tensão nominal: 0,75 kV a 15 kV

Tipo ASV

Pára-raios de resistência variável, para instalações de grande importância.

Tensão nominal a partir de 3 kV

Tipos ALV e ALS

Pára-raios de resistência variável, para instalações de média importância.

ALV — Tensão nominal: 3 a 25 kV

ALS — Tensão nominal de 0,15 a 0,75 kV

Tipo ALVS

Pára-raios de resistência variável, para instalações importantes.

Tensão nominal de 20 a 85 kV

FABRICANTES

ACEC — ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE CHARLEROI

CHARLEROI · BÉLGICA

REPRESENTANTES GERAIS

INEL - INDÚSTRIAS ELÉCTRICAS ASSOCIADAS

SEDE EM LISBOA: RUA RODRIGO DA FONSECA, 76, 4.º
TELEF. 40174, 47355, 55317, 56582 e 57158 — TELEG.: INELA-LISBOA

DELEGAÇÃO NO PORTO: RUA DE SANTA CATARINA, 470
TELEF. 28841, 28842 e 28843 — TELEG.: INELAPO-PORTO

Fornos BIRLEC para tratamentos térmicos de Engrenagens

Operação fácil e eficiente, baixo custo e profundidades de cementação controláveis, são as principais características dos **FORNOS "BIRLEC"** e a razão da preferência que lhes é dada pelas principais Indústrias Metalomecânicas.

Fornos eléctricos para todos os tratamentos térmicos

BIRLEC BIRLEC **LIMITED**

BIRMINGHAM — Inglaterra

Agentes:

AHLERS. LINDLEY, L.DA

Rua Ferregial de Baixo, 33-2.º
LISBOA
Telef. 21321/4

Palácio do Atlântico, 408
Praça D. João I
PORTO — Telef. 31414/5

C. D. U. 621.397 : 517.534.2

PÓLOS E ZEROS DAS FUNÇÕES DE REDE

PELO ENG.º ELECT. (I. S. T.) MANUEL JOSÉ LOPES DA SILVA

INTRODUÇÃO

Desde 1920 que o estudo dos pólos e zeros das funções de rede tem preocupado engenheiros e matemáticos.

Só muito recentemente, porém, esse estudo conseguiu despertar o maior interesse entre aqueles que se dedicam aos problemas concretos do projecto ou interpretação de circuitos.

Neste artigo pretende-se dar uma ideia rápida da posição do problema, e do seu interesse no estudo dos amplificadores de videofrequência de televisão.

I. Generalidades

Designam-se por *funções de rede* as funções da variável complexa p que se obtêm utilizando a Teoria dos Circuitos na determinação de relações entre imagens (1) de correntes, de tensões, ou de tensões e correntes estabelecidas em redes, substituindo nas expressões $j\omega$ por p.

Quando as redes apresentam pelo menos dois pares de terminais, há a considerar dois tipos diferentes de funções: as «funções de entrada» e as «funções de transferência». As primeiras definem relações entre correntes e tensões quando estas se referem ao mesmo par de terminais; as segundas quando estas se referem a pares de terminais diferentes.

Algumas funções de transferência tomam por vezes nomes especiais como, por exemplo, certas relações de tensões que se designam por «ganhos».

As designações de «impedância e de «admitância» fundem-se também, em regra, numa só — «immitância» — dada a coincidência de propriedades destes dois tipos de funções.

As funções de rede que surgem na prática têm quase sempre a forma dum quociente de dois polinómios com coeficientes reais, de grau baixo.

As raizes de cada um deles são, em geral, fàcilmente determináveis, o que torna simples a sua decomposição em factores. Às do numerador atribui-se a designação de «zeros» visto que provocam o anulamento da função de rede; às do denominador, a designação de «pólos» e na sua vizinhança, o módulo da função de rede cresce indefinidamente.

Assim, por exemplo, a função

$$\dot{G} = Hp\,(p - p_{o_1}) \,/\, (p - p_{p_1})\,(p - \bar{p}_{p_1})$$

possui dois zeros, um na origem e outro no ponto p_{o_1}, e dois pólos, um em p_{p_1} e outro em $\bar{p}_{p_1}$. A representação destes pontos singulares no plano da variável complexa p, é a seguinte:

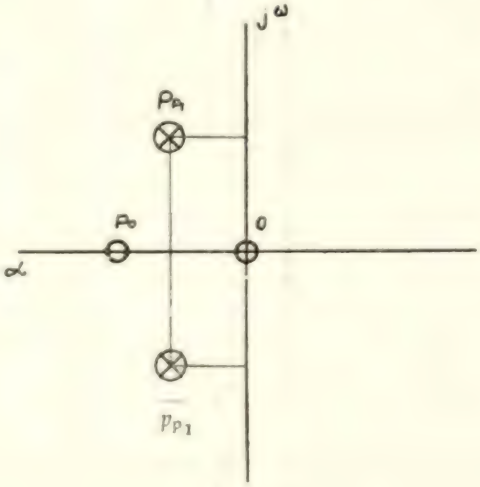


Fig. 1

O conhecimento dos pontos singulares, que devem ser sempre reais ou complexos conjugados, é de extrema importância porque definem

(1) Chama-se «função imagem» $F(p)$ duma função original $h(t)$ a sua transformada de Laplace

$$L\,[h(t)] = F(p) = \int_0^{\infty} e^{-p}\, h(t)\, dt$$

completamente, a menos uma constante, a função respectiva. Convém frizar que normalmente não aparecem pontos de reversão nas funções de rede, o que é uma circunstância feliz que simplifica o seu estudo, dadas as dificuldades de ordem matemática que eles suscitam.

As propriedades das funções de rede confundem-se com as da resposta da rede à função «impulso unidade» (2), uma vez que a transformada de Laplaco desta função, que tem a propriedade de possuir uma amplitude infinitamente grande com uma duração infinitamente curta, tais que $\int_{-\infty}^{+\infty} \delta(t)\, dt = 1$, é a unidade.

De facto, se tivermos, por exemplo uma função $\dot{G} = \dot{E}_s / \dot{E}_e$ ($\dot{G}$ função de rede) e se $E_e = \delta(t)$ ($\dot{E}_e$ função de entrada), como

$$\delta(t) = L\,[(\delta t)] = 1, \text{ é } \dot{E}_s = \dot{G}\,.\,\dot{E}_e = \dot{G}\,.\,1 = \dot{G}\,.$$

Por esta razão faz-se, por vezes, o estudo do comportamento dos circuitos perante a aplicação do impulso unidade, o que corresponde a não introduzir nas expressões, pontos singulares estranhos às funções de rede.

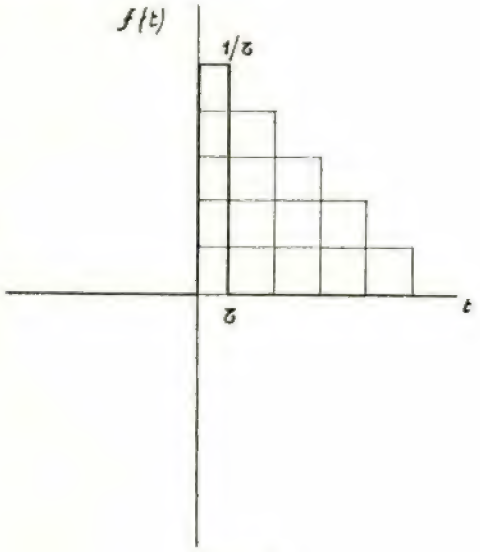


Fig. 2

Se se pretender, porém, como é frequente, a resposta do circuito à função «escalão unidade» (3), $\Upsilon(t)$, então há que introduzir um pólo mais na origem, visto que a imagem desta função é $1/p$, e portanto

$$\dot{E}_s = \dot{G}\ .\ \dot{E}_e = \dot{G}/p$$

II. Relações com a resposta de frequência

Uma função de rede $\dot{F}_{(p)}$, que, como vimos, pode ser uma imitância ou um ganho, é uma função complexa da variável complexa p.

Se limitarmos, porém, os valores da variável p apenas àqueles que ela assume sobre o eixo imaginário do plano complexo, obtemos uma função complexa $F(j\omega)$ que se designa por «característica de frequência». Esta função pode tomar a forma cartesiana $F(j\omega) = A + jB$ ou a forma polar $F(j\omega) = Me^{j\varphi}$.

A função $M(\omega)$, de uso corrente na definição da qualidade de amplificadores, é algumas vezes conhecida por «resposta de frequência», ao passo que a função $\varphi(\omega)$ é a «resposta de fase» (4).

Assim, por exemplo, para o circuito RC indicado na fig. 3 o ganho é:

$$\dot{G} = \dot{E}_s / \dot{E}e = (1/RC) / \left\{ p + (1/RC) \right\}$$

A característica de frequência tem por expressão

$$G = \{ (1/RC) / [\omega^2 + (1/RC)^2] \} (-j\omega + 1/Rc)$$

A resposta de frequência é

$$|G| = (1/RC) / \sqrt{\omega^2 + (1/RC)^2}$$

e a resposta de fase $\varphi = \text{arc tag}\,(-\omega RC)$.

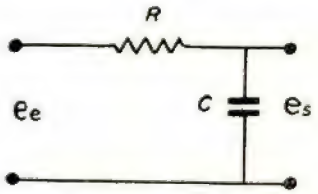


Fig. 3

A limitação que acima apontamos de $F(j\omega) = Me^{j\varphi}$ dizer respeito apenas aos valores da variável p existentes no eixo imaginário, sugere a aplicação aos contornos fechados constituídos

(2) Também designada por «função δ de Dirac» ou «percussão unidade».

(3) Ou simplesmente função «unidade».

(4) Tomam também por vezes o nome de «característica de atenuação» e «característica de fase».

por aquele eixo e o seu fecho pelo ∞, dos teoremas da Análise que dizem respeito à integração de funções complexas ao longo de contornos fechados do plano p (5).

Podem estabelecer-se, deste modo, certas relações entre os integrais da atenuação ou da fase e o comportamento dessas funções no infinito, de grande utilidade no projecto de amplificadores.

Como já vimos, o módulo da função de rede torna-se extremamente grande na vizinhança imediata dum pólo; tal efeito estende-se também, de certo modo, à resposta de frequência que manifesta uma ressonância não na vizinhança imediata do pólo, que é um número complexo, mas num ponto do eixo imaginário relacionado duma maneira simples com ele.

Semelhante raciocínio pode fazer-se em relação aos zeros, os quais, em contrapartida, produzem uma depressão na resposta de frequência.

Podemos portanto concluir que a forma desta função está ìntimamente relacionada com a distribuição dos pólos e zeros da função de rede correspondente.

III. Relações com a resposta transitória

A resposta transitória de maior interesse dum circuito é, como sabemos, a função que se obtém à saída, quando à entrada se aplica a função unidade.

Se a função de transferência for, por exemplo, um ganho, é, como já vimos,

$$\dot{G} = \dot{E}_s/\dot{E}_e \text{ ou } \dot{E}_s = \dot{G}\,\dot{E}_e = \dot{G}\,E/p\,,$$

em termos operacionais.

Seja $\dot{G}$, por exemplo, do tipo

$$\dot{G} = H\,(p - p_o)\,/\,(p - p_1)\,(p - \bar{p}_{p1}),$$

correspondente a um determinado circuito amplificador. A resposta transitória desse circuito é

$$\dot{E}_s = E\,H\,(p - p_o)\,/\,p\,(p - p_1)\,(p - \bar{p}_{r_1}).$$

A função original de variável real correspondente a esta imagem será a soma dos resíduos correspondentes aos três polos $p = 0$, $p = p_{p_1}$ e $p = \bar{p}_{p_1}$:

$$e_s = E\,H\,\Sigma\,\text{Resíduos} = E\,H\left[-p_o\,/\,p_{p_1}\cdot\bar{p}_{p_1} + \right.$$
$$+ e^{p_{p_1}t}\,(p_{p_1} - p_o)\,/\,p_{p_1}\,(p_{p_1} - \bar{p}_{p_1}) +$$
$$\left. + e^{\bar{p}_{p_1}t}\,(\bar{p}_{p_1} - p_{p_o})\,/\,\bar{p}_{p_1}\,(\bar{p}_{p_1} - p_{p_1}) \right]$$

A análise de cada uma destas parcelas torna evidente que o carácter da resposta transitória depende fundamentalmente da distribuição dos pólos, ao passo que a distribuição dos zeros condiciona apenas as amplitudes de cada um dos termos de e_s.

Na função de rede, a consequência da introdução do pólo na origem da função unidade — compreender-se-á agora fàcilmente — é o aparecimento dum termo constante na resposta da rede àquela função, o qual corresponde ao valor em que se fixa a tensão de saída depois de decorrido o regimen transitório inicial ($t \to \infty$).

IV. Alguns exemplos

Estudemos agora o comportamento de alguns exemplos práticos de redes amplificadoras, à luz das considerações anteriores. Com este fim, tomemos, por exemplo, os amplificadores de videofrequência compensados em série e em paralelo (6).

Para o agrupamento da compensação série obtemos a seguinte função de rede às altas frequências:

$$\dot{Z} = (R_L/L_1\,Cg)\;[1\,/\,(p - p_{p_1})\;\;(p - \bar{p}_{p_1})\,]$$

onde

$$P_p = (-R_L/2\,L_1)\;[1 \pm j\,\sqrt{(4\,L_1/Cg\,R_L)^2 - 1} =$$
$$= (-R_L/2L_1) \pm j\,\sqrt{1/L_1\,Cg - R_L^2/4\,L_1^2} = -\delta_1 \pm j\,\sigma_1$$

em que

$$\delta_1 = R_L\,/\,2\,L_1 \text{ e } \sigma_1 = \sqrt{1\,/\,L_1\,Cg - R_L^2/4\,L_1^2}$$

A distribuição dos pólos no plano p é indicada na fig. 4.

(5) Ver «*Network Analysis and Feedback Amplifier Design*», de H. Bode, D. van Nosteand Co, New York, 1945.

(6) V. artigo do A. «Compensação do ganho em amplificadores de videofrequência», «Técnica», Fev. 1955.

A característica de frequência pode deduzir-se desta função substituindo p por $j\omega$:

$$Z = (R_L/L_1 C_g) / \{[(\sigma_1^2 + \delta_1^2) - \omega^2] + j\,2\,\delta_1\,\omega\}$$

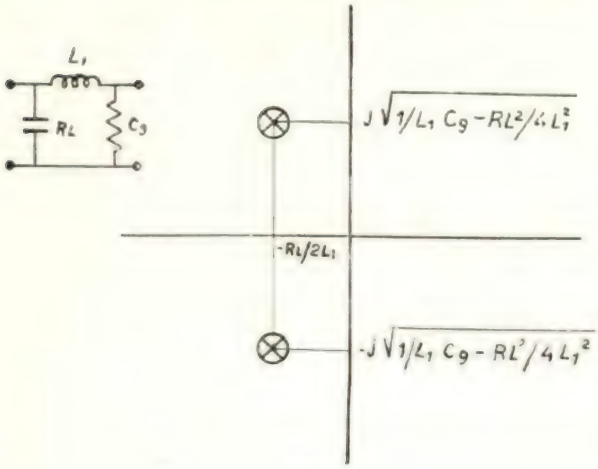


Fig. 4

A resposta de frequência obtém-se, como vimos, tomando o módulo desta expressão complexa:

$$|Z| = (R_L/L_1 C_g) / \sqrt{[(\sigma_1^2 + \delta_1^2) - \omega^2]^2 + 4\,\delta_1^2\,\omega^2}$$

a qual apresenta um ponto de estacionaridade em $\omega_r = \sqrt{\sigma_1^2 - \delta_1^2}$, relacionado duma maneira simples com o módulo dos pólos $\sqrt{\sigma_1^2 + \delta_1^2}$.

A resposta da rede à função unidade I/p (resposta transitória) tem por expressão em termos reais:

$$e_s = I R_2 \left\{ 1 - e^{-(R_L/2L_1)t} \frac{1}{\cos\vartheta} \cdot \cos\left[(\sqrt{4 L_1 C_g - C_g^2 R_L^2}/2 L_1 C_g)\,t - \vartheta\right] \right\} =$$

$$= I R_L \left[1 - e^{-\delta_1 t} \frac{1}{\cos\vartheta} \cdot \cos(\sigma_1 t - \vartheta) \right]$$

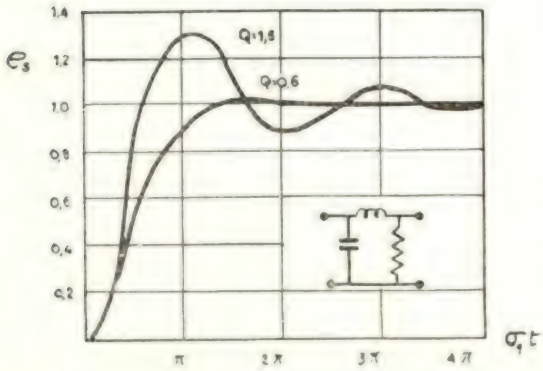


Fig. 5

Verificamos a existência dum termo constante correspondente ao pólo na origem I/p. A representação de e_s é feita na fig. 5.

Para o caso da compensação em paralelo, a função de rede às altas frequências é

$$\dot{G} = (\omega_p/k)\,(\omega_p + k_p) / (p - p_{p_1})\,(p - \bar{p}_{p_1})$$

onde

$$p_{p_1},\ \bar{p}_{p_1} = (\omega_p/2k)\left(-1 \pm j\sqrt{4k-1}\right) = -$$
$$= -\delta_2 \pm j\,\sigma_2 \text{ com } \delta_2 = L_2/2R_L \text{ e } \sigma_2 =$$
$$= \sqrt{1/C_t L_2 - R_2/4L_2}$$

A distribuição dos pontos singulares é indicada na fig. 6.

Notemos que neste caso, além dos dois pólos conjugados p_{p_1} $\bar{p}_{p_1}$ existe um terceiro ponto singular: um zero em $p_{0_1} = -\omega_p/k$.

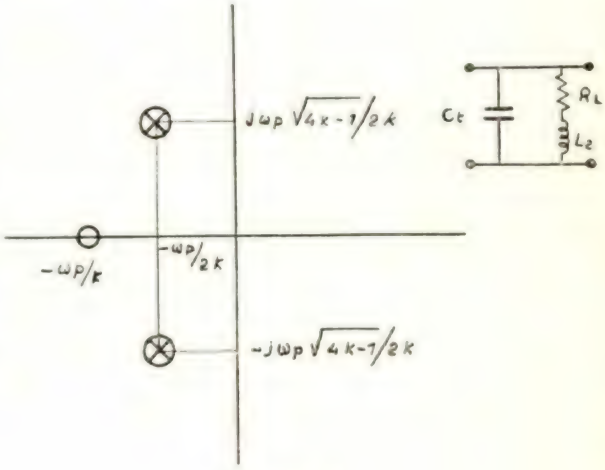


Fig. 6

A característica de frequência toma o aspecto

$$G = (1 + j\,k\,\omega/\omega_p) / \{[1 - k\,(\omega/\omega_p)^2] + j\,[\omega/\omega_p]\}$$

e a resposta de frequência

$$|G| = \sqrt{1 + k^2(\omega/\omega_p)^2} /$$
$$/ \sqrt{[1 - k\,(\omega/\omega_p)^2]^2 + (\omega/\omega_p)^2}$$

A resposta à função unidade $\frac{E}{p}$ (resposta transitória), em termos reais, tem a expressão

$$e_s = E\left[1 - e^{-(\omega_p/2k)t} \frac{1}{\cos\vartheta} \cdot \cos\left(\frac{\omega_p}{2k}\sqrt{4k-1}\,t - \vartheta\right)\right] =$$

$$= E\left[1 - e^{-\delta_2 t} \cdot \frac{1}{\cos\vartheta} \cdot \cos(\sigma_2 t - \vartheta)\right]$$

RÉGUAS DE CÁLCULO

FABRICO ALEMÃO

Numa grande variedade de sistemas em modelos de bolso, escritório e de parede.

As réguas de cálculo **ARISTO** são precisas, resistentes, práticas e duma concepção completamente diferente de todas as outras. Escreva a pedir preços e catálogos aos

Representantes exclusivos para Portugal:

EMÍLIO DE AZEVEDO CAMPOS & C.ª, L.DA

CASA FUNDADA EM 1854

Sede: R. de Santo António, 137 — PORTO
Telef. 20254/5

Filial: R. Antero de Quental, 17 — LISBOA
Telef. 53366

ARISTO

ELECTRO-ARCO

LIMITADA

ELECTRODIOS
POSTOS E ACESSORIOS
PARA A SOLDADURA ELECTRICA

MATERIAL APROVADO PELO
LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING

electro arco

FÁBRICA E LABORATÓRIOS
VENDA NOVA — AMADORA

LISBOA
RUA SILVA CARVALHO, 239 — TEL 63649

PORTO
RUA DO BOLHÃO, 216 — TEL 21277

AVANCO L.DA
11 RUA IVENS 13
TELEF 20334 LISBOA

EQUIPAMENTOS para:

- indústria alimentar
- indústria farmacêutica
- indústria metalúrgica
- indústria química

CONSULTE OS NOSSOS SERVIÇOS TÉCNICOS E COMERCIAIS, SEM COMPROMISSO, SEMPRE QUE DESEJE ADQUIRIR EQUIPAMENTO INDUSTRIAL

Sociedade Avanco Limitada

Um produto 100% Nacional, novo...
MAS JÁ FAMOSO!

METAL DURO
CARBONETO DE TUNGSTÉNIO
DA MARCA
M.M.

FABRICAÇÃO DE BARRENAS DE MINAS, BITS DIVERSOS, FERROS DE TORNO, FIEIRAS, ETC.

★ TEMOS PERITOS DE PERFURAÇÃO E UMA SECÇÃO DE ENSAIOS À VOSSA DISPOSIÇÃO

★ REPRESENTANTES DE MATERIAL PARA MINAS E EMPREITADAS

APESAR DE MAIS BARATOS, OS NOSSOS PRODUTOS NÃO TEMEM O CONFRONTO EM QUALIDADE COM OS DAS MELHORES MARCAS ESTRANGEIRAS

MINAS E METALURGIA
S.A.R.L.

SERVIÇOS COMERCIAIS: RUA VÍTOR CORDON, 19
TELEF. 30716/6/7 • TELEG. COMIN • LISBOA

FÁBRICA: ALBERGARIA-A-NOVA

ARTISTAS REUNIDOS

que se representa na fig. 7 e é formalmente idêntica à resposta obtida para a compensação série.

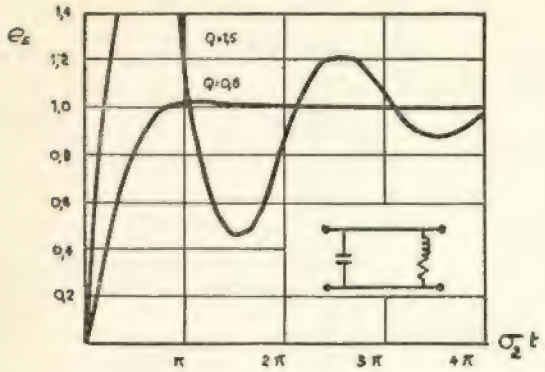


Fig. 7

V. Conclusões

Do que acabamos de ver, é possível extrair uma importante conclusão: a distribuição dos zeros e dos pólos das funções de rede determina completamente o carácter, quer da resposta transitória, quer da resposta de frequência.

Os dois pontos de vista aparentemente antagónicos, àcerca do ensaio de amplificadores de videofrequência na televisão (7), que se traduzem respectivamente pela resposta de frequência ou pela resposta transitória, revelam-nos assim, simplesmente, como que dois aspectos duma mesma realidade.

Também podemos concluir que a resposta de fase está ìntimamente relacionada com a resposta de frequência (característica de atenuação), dependência já conhecida, aliás, utilizando outros meios de análise pelo menos para as redes de desfasagem mínima.

Quer portanto dizer que, se em presença de um determinado amplificador pretendermos melhorar a sua resposta transitòria, o não poderemos fazer sem alterar convenientemente a sua resposta de frequência, e portanto de fase, e recìprocamente.

As necessidades correntes das técnicas, a sistematização e crítica de ensaios, determinam, como sempre e em última análise, as características de ambas as respostas com maior interesse na prática.

(7) V. artigo do autor já citado.

BIBLIOGRAFIA

— «The effect of pole and zero locations on the Transiente Response of Linear Dynamic Systems» by I. H. Mullingan, Proceedings of IRE, May 1949.

— «On the Approximation Problem in Network Synthsis» by Aaron D. Bresler, Proceding of IRE, December, 1952.

— «Zur Bestimmung von Frequenz-Charakteristik und Phasenmass eines Netzwerkes bei beliebig vorgegebener Dampfungskurve», von H. Kaufman, Entwicklungs — Berichte der Siemens, Okteber, 1953.

ERRATA

Completaram a parte escolar do seu curso no ano lectivo de 1954-55, os nossos colegas:

ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

José Guimarães dos Santos Matos *em vez de* José Guimarães dos Santos Marques

C. D. U. 725.94

MONUMENTO A CRISTO-REI

A construção do monumento a Cristo-Rei, foi iniciada em Abril de 1954, no sítio do Pragal, no cimo duma colina fronteira a Lisboa, dominando a cidade a 113 metros acima do nível do rio Tejo.

O monumento, depois de concluído, ficará com a altura total de 109 m acima do terreno, sendo constituído por um pórtico gigantesco com 75,8 m de altura, formado por quatro grandes pilares ocos e uma plataforma superior, sobre a qual assentará a figura de Cristo. A plataforma apoia-se nos pilares, concordando exteriormente com estes por arcos circulares, voltados aos quatro pontos cardiais.

Existirão terraços destinados ao público, a alturas respectivamente de 16,5 e 78,2 m acima do nível do terreno, acessíveis por meio de um ascensor e ainda por uma escada interior a um dos pilares. Do terraço superior domina-se um horizonte até uma distância entre 20 e 50 km. O monumento será devidamente sinalizado durante a noite, para aviso da aviação.

Até à altura de 16,5 m, e aproveitando o teto constituído pelo terraço inferior, o espaço entre os pilares será aproveitado para a construção de um recinto fechado destinado a capela. A área correspondente aos quatro pilares será, respectivamente, reservada a sacristia, arrecadação e acesso ao ascensor e escada.

O exterior será devidamente urbanizado, de modo a permitir a realização de missas campais. Está actualmente em construção uma estrada de acesso ao local.

A fotografia da capa desta Revista apresenta o aspecto actual da construção.

1. Fundação

As fundações foram estabelecidas à profundidade de 13,45 m sobre camadas miocénicas «in situ», areno-argilosas, de características uniformes em toda a área da fundação. A inclinação de tais camadas é fraca, e dirigida no sentido mais favorável, para o interior da encosta. O solo é seco, pois as águas superficiais, pouco abundantes devido à pequena extensão da bacia de alimentação, desaparecem ràpidamente nas camadas permeáveis que afloram, constituindo toalhas aquíferas profundas, que não foram atingidas pelas sondagens de reconhecimento, levadas até à profundidade de 30 m. Não sendo de temer escorregamentos do terreno na direcção do rio, procurou-se no entanto situar a construção a uma distância prudente da orla da falésia.

A fundação é constituída por uma lage de 4,0 m de espessura, moldada directamente contra o terreno, servindo de ensoleiramento geral à construção. Na zona abaixo do nível do terreno, os pilares são solidarizados entre si pelas paredes, que se prolongam de uns pilares aos outros. Estes elementos apoiam a laje inferior de fundação e constituem, com outra laje de 1,20 m de espessura, construída um pouco abaixo do nível do terreno, um conjunto de grande rigidez que encastra a superestrutura.

A sapata geral da fundação foi armada nas duas faces com ferros dispostos nos dois sentidos, e ainda com armaduras inclinadas que descem a 45º das paredes dos pilares. A armadura superior foi prevista para a resistência dos segmentos centrais da sapata, que ficam apoiados, segundo o perímetro, nas paredes dos pilares e nas de travamento; a armadura inferior foi prevista para assegurar a continuidade dos vários elementos da sapata, para resistir à flexão dos segmentos desta que ficam em consola das paredes, e ainda para absorver as tensões porventura resultantes de pequenos assentamentos diferenciais no terreno na zona média. As armaduras inclinadas podem resistir aos esforços transversos resultantes daqueles assentamentos, que são os mais prováveis, além de poderem contribuir para a igualização das tensões desenvolvidas na sapata.

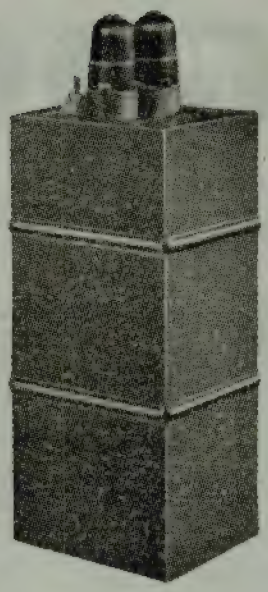
A tensão máxima de contacto admitida, foi de 5 kg/cm^2. Antes da construção da laje ao nível do terreno, as células da fundação foram preenchidas por terra devidamente compactada.

2. Superstrutura

É constituída por pilares ocos, de momento de inércia variável, e cujas paredes, com a espessura de 0,90 m, são ligadas, a intervalos

Condensadores Industriais

PARA CORRIGIR O FACTOR DE POTÊNCIA, SATISFAZENDO AS EXIGÊNCIAS DOS DISTRIBUIDORES DE CORRENTE



EM ARMAZÉM PARA ENTREGA IMEDIATA

REDUÇÃO do custo da primeira instalação
das quedas de tensão
das perdas de «joule»

Maior binário de arranque dos motores assíncronos

CONSULTE A

PHILIPS

TERÁ O SEU CASO ESTUDADO EM DETALHE

PHILIPS PORTUGUESA, S. A. R. L.

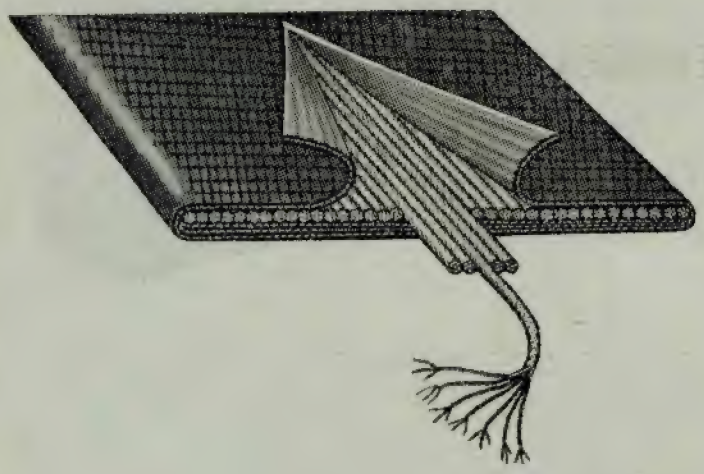
SECÇÃO INDÚSTRIA

LISBOA **PORTO**

Quando tiver uma transmissão difícil, use

GOODYEAR

um tipo especial para cada serviço



Se devidas às alta velocidades e pequenos diâmetros dos tambores, as telas das correias que usa se deslocam, use correias sem-fim tipo **COMPASS**, um produto da

GOODYEAR

Em vez de telas, estas correias têm cordas sem-fim, o que dando maior flexibilidade á correia e uma menor espessura, permite maiores velocidades e menores diâmetros de tambores.

Sempre que possa usar uma correia sem-fim, empregue uma **COMPASS**, durará mais e trabalhará com maior eficiência.

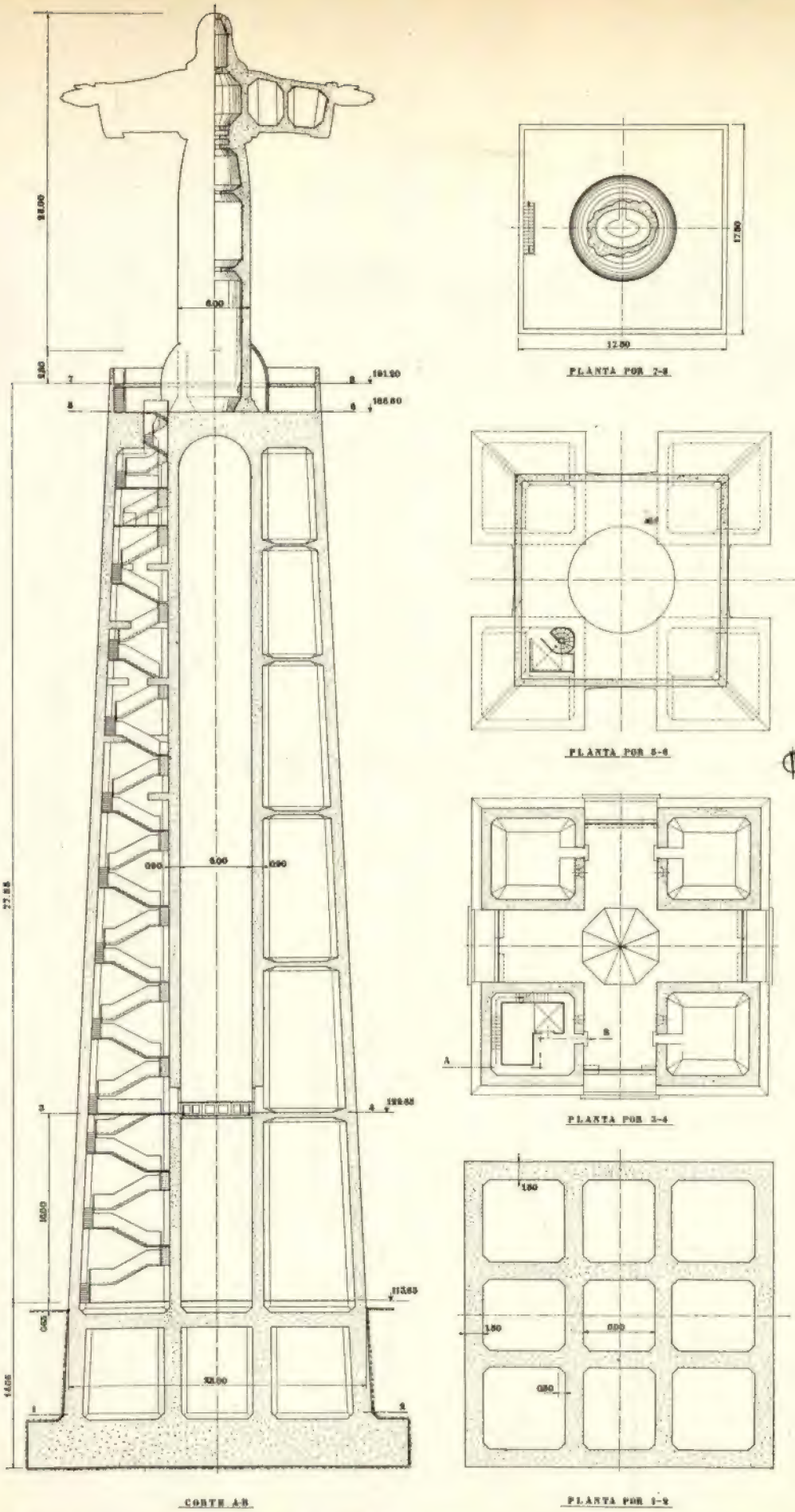
Para grandes potências use correias **COMPASS** com cordas de aço.

Distribuidores exclusivos: **CANELAS & FIGUEIREDO, L.DA**

R. dos Fanqueiros, 46 — LISBOA

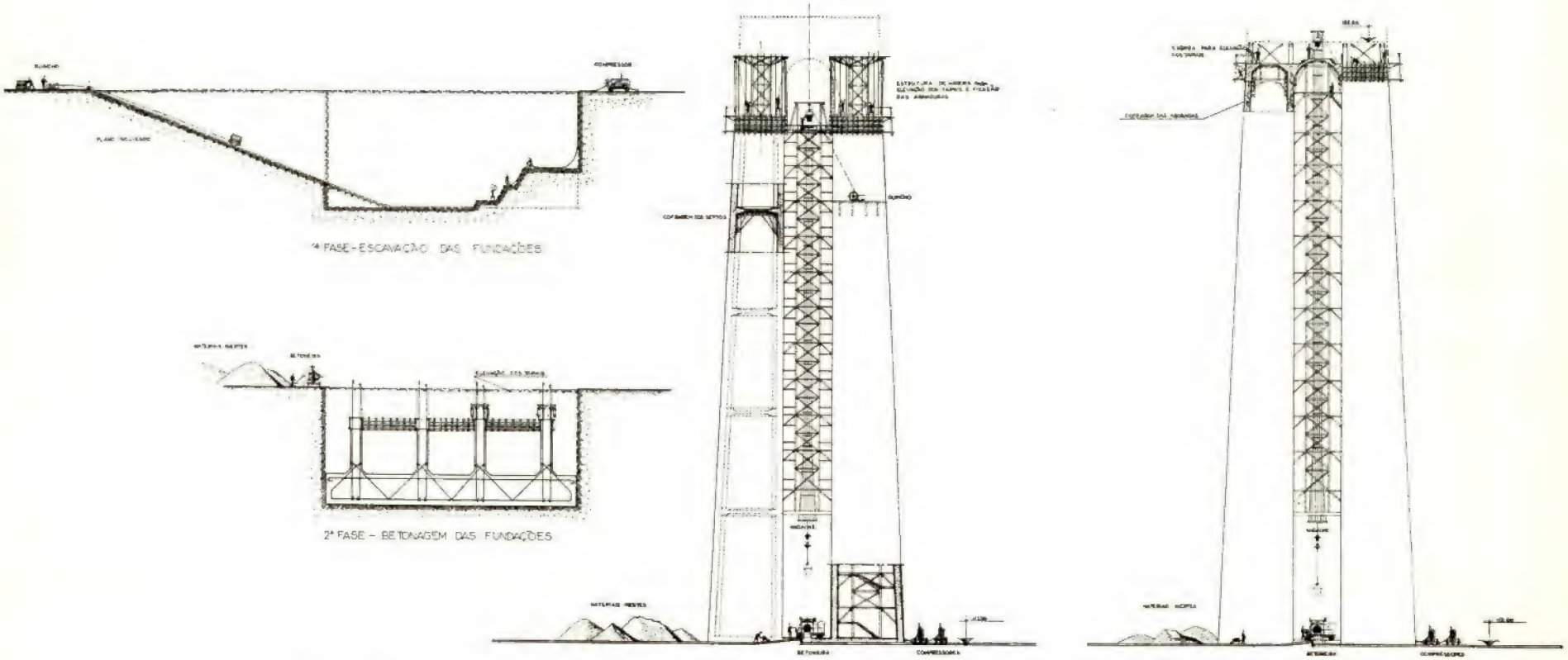
Telef. 2 5058 / 2 4502 / 2 1729

Teleg. CANELASCO



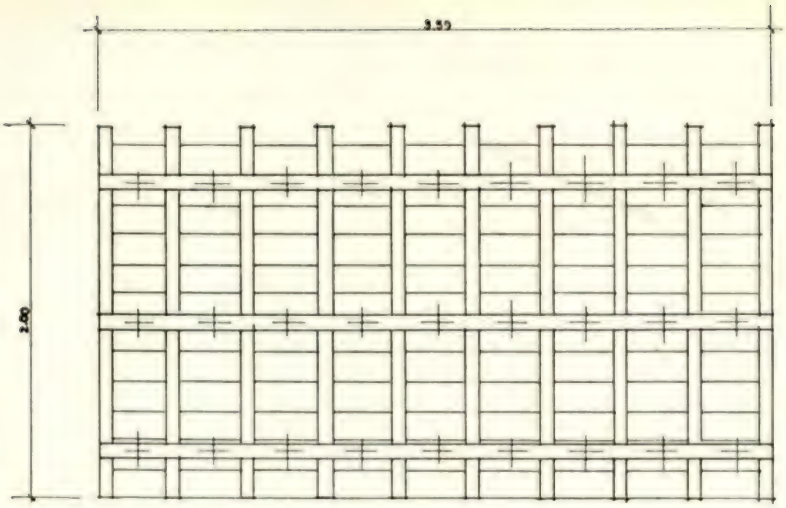
Escala 1 : 500

Fig. 1 — Plantas e corte vertical

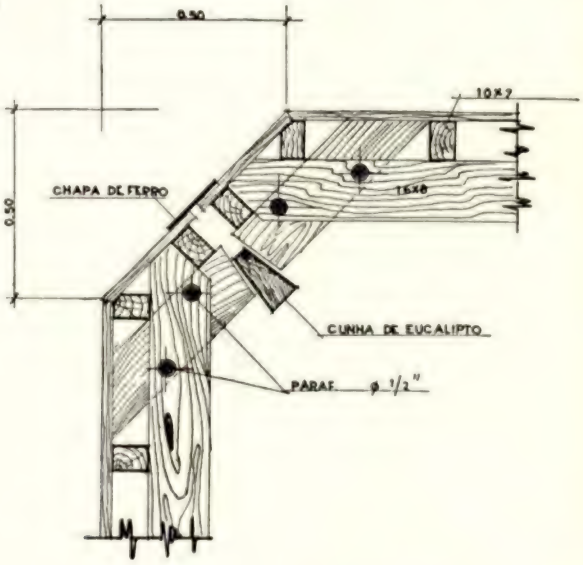


Escala 1 : 80

Fig. 2 — Fases da construção

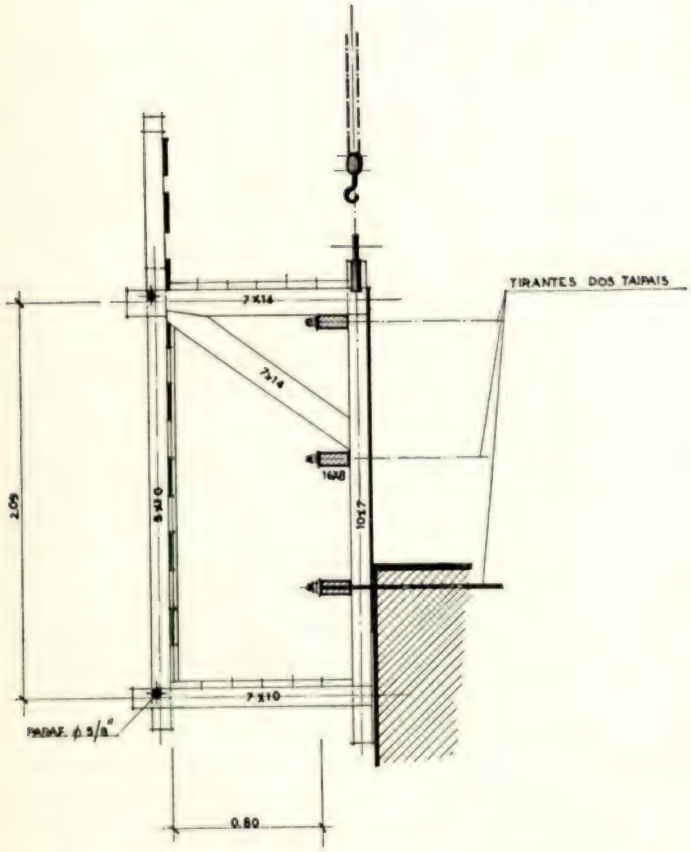


Escala 1 : 40

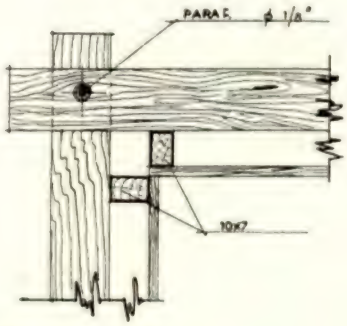


Escala 1 : 20

Taipal interior. Pormenor da junta dos cantos



Escala 1 : 40 Corte do andaime suspenso



Escala 1 : 20

Pormenor de ligação dos painéis das arestas exteriores

Fig. 3 — Cofragem dos pilares

aproximadamente iguais, por septos dispostos horizontalmente.

No pilar que contém a escada e o elevador, por não poderem abranger as quatro paredes, os reforços resumem-se a pequenos elementos triangulares dispostos de canto, ligando duas das paredes adjacentes, e são mais próximos entre si que os dos outros pilares.

Superiormente, houve a preocupação de reduzir ao mínimo a dimensão da abertura da laje, para a passagem das escadas, de forma a não prejudicar a amarração da laje ao respectivo pilar, que é o mais enfraquecido. Para o efeito, será em hélice o troço final da escada de acesso, e o elevador, de grandes dimensões, não atingirá o nível do terraço superior.

As paredes dos pilares são armadas com malhas dispostas nas duas faces. As armaduras verticais foram previstas para a resistência de conjunto às solicitações consideradas no cálculo, e as armaduras horizontais previstas para assegurar a transmissão de esforços e a continuidade entre as quatro paredes que formam cada pilar. Adoptaram-se grandes recobrimentos das armaduras (0,20 m do lado de fora e 0,10 m do lado de dentro das paredes dos pilares) de modo a criar uma sobre-espessura de isolamento.

A figura de Cristo encastra-se na laje que constitui a plataforma superior, tendo as secções horizontais uma configuração exterior irregular, exigida pela sua forma escultórica. Toda a figura será reforçada a diferentes alturas por septos, horizontais no tronco e verticais nos braços, de modo a aumentar a rigidez e resistência de conjunto.

Na figura 1 apresentam-se os cortes verticais e horizontais da construção, que permitem obter uma ideia de conjunto da estrutura adoptada.

3. Cálculo

O cálculo foi conduzido pelo método de Cross, transformando o pórtico no espaço num pórtico plano de dois montantes encastrados na base, e com uma travessa superior. A rigidez relativa foi sugerida por um ensaio sobre modelo reduzido. Os coeficientes de transmissão e os momentos de encastramento perfeito foram determinados pelo teorema de Castigliano.

As solicitações consideradas, além do peso próprio, foram as seguintes: vento de 200 kg/m², sismo de $C = 0{,}03$ com distribuição das forças em altura segundo a expressão $F = P \frac{px\ hx}{\Sigma\ px\ hx}$, variação uniforme de temperatura de 30º em toda a estrutura e desigual de 15.º entre as faces dos pilares. Foi também feita a verificação da estabilidade para solicitações sísmicas de $C = 0{,}075$ com distribuição em altura proporcionais às respectivas massas.

Está a levar-se a efeito a observação do comportamento da estrutura pelo que diz respeito a assentamentos dos pilares, e deslocamentos laterais destes. Para o efeito foram instaladas marcas de nivelamento de precisão, sujeitas a verificação periódica. A observação do deslocamento está a ser efectuada com quatro pêndulos, instalados um em cada pilar.

Procedeu-se à montagem de pares termo-eléctricos em duas secções, respectivamente às alturas do primeiro e do penúltimo septos de um dos pilares, para a observação de gradiantes de temperatura.

4. Construção

A construção é totalmente de betão armado, tendo-se adoptado em geral a dosagem 250 kg de cimento por m³, utilizando materiais inertes da região. A quantidade média de ferro é cerca de 60 kg/m³ de betão, o peso total da construção é 40 mil t. O custo elevar-se-á a cerca de 17.000 contos.

Toda a construção é feita utilizando moldes deslizantes, de madeira simples, constituído por dois painéis para cada face. A largura do painel exterior foi sendo sucessivamente reduzida, à medida que progredia a construção, para atender à variação da secção dos pilares. Os painéis são fixados por parafusos ao betão já construído, e ligados superiormente, entre faces, por meio de varões.

Na construção utilizam-se andaimes, um central (apoiado na placa do tecto da capela e nas paredes exteriores dos pilares), e os outros interiores aos pilares, e apoiados nas lajes dos septos. O andaime central é utilizado para a elevação dos materiais, e os dos pilares, para a elevação dos taipais, por meio de cadernais, e para a colocação das armaduras na sua posição.

As figs. 2 e 3 dão uma ideia das fases da construção e dos pormenores de cofragem dos pilares e sua fixação.

DO MUNDO TÉCNICO

NOTAS TÉCNICAS

C. D. U. 624.154

Resumo do artigo

"Sobre a distribuição da carga em um bloco de estacas pelo método de Nökkentved"

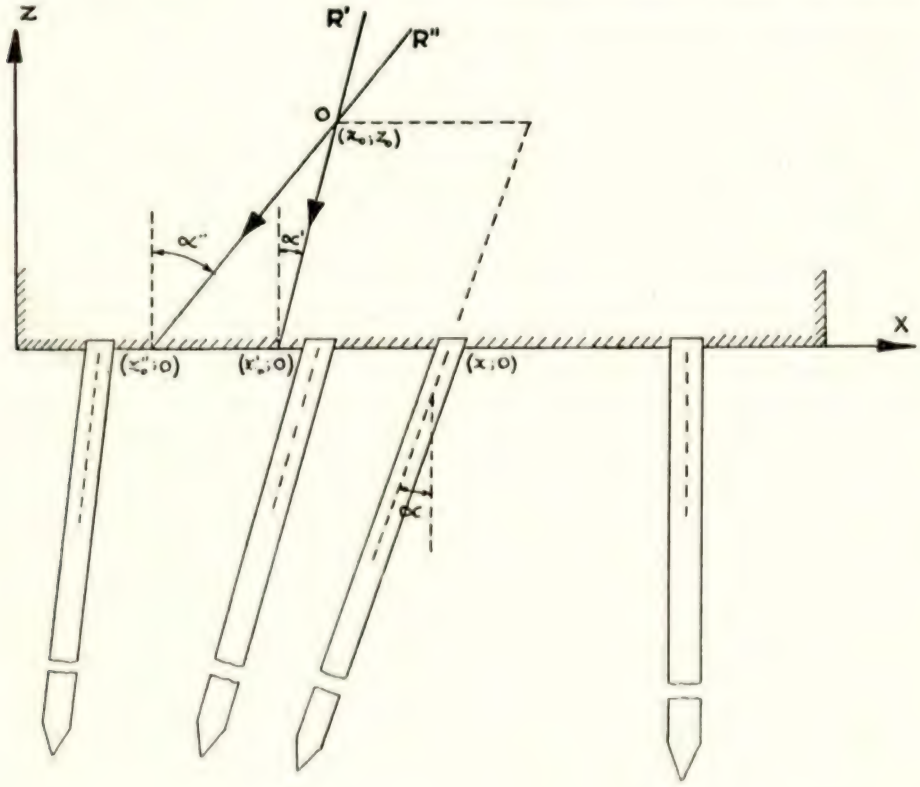
Autor: Prof. Homero Pinto Caputo

1 — Hipóteses básicas simplificativas

1 — Admite-se que o bloco de amarração de estacas é rígido;

2 — Que é válida a lei de Hooke para as estacas:

$$A = \frac{E\,S}{L}$$



A — carga axial que produz uma deformação unitária na estaca.

L — comprimento efectivo.

O comprimento efectivo relaciona-se com o real, l, pela equação:

$$L = \frac{2}{3}\,l + \frac{E.\,S.\,\delta}{P}$$

em que δ é o recalque eléctrico para a carga P (medido num ensaio de carga).

3 — Que as estacas são articuladas em ambas as extremidades;

4 — Que o sistema pode ser estudado a duas dimensões.

2 — Princípio do método

Sob a acção duma carga exterior, o bloco vai mover-se. Para determinar a parcela dessa carga exterior que actua sobre cada uma das estacas, decompõe-se o movimento do bloco numa translacção vertical, numa horizontal e numa rotação. Há que determinar portanto quais os esforços que cada um destes movimentos elementares produz nas estacas.

a) *Translacção vertical unitária:*

Demonstra-se que a força R' que a produz faz um ângulo α' com a vertical, tal que

$$\operatorname{tg} \alpha' = \frac{\Sigma\, v \operatorname{tg} \alpha}{\Sigma\, v}$$

sendo v a componente vertical do esforço que numa dada estaca se produz em virtude do movimento do

bloco e α o ângulo dessa mesma estaca com a vertical.

A grandeza de R' é dada por:

$$R' = \frac{\Sigma v}{\cos \alpha'}$$

b) *Translacção horizontal unitária:*

É produzida por uma força R'', inclinada de α'' sobre a vertical, sendo:

$$R'' = \frac{\Sigma v \operatorname{tg} \alpha}{\cos \alpha''}$$

$$\operatorname{tg} \alpha'' = \frac{\Sigma v \operatorname{tg}^2 \alpha}{\Sigma v \operatorname{tg} \alpha}$$

O ponto de cruzamento das linhas de acção de R' e R'' chama-se centro elástico, O. As suas coordenadas são x_0 e z_0.

$$x_0 = \frac{\frac{\Sigma v x}{\Sigma v} \operatorname{tg} \alpha'' - \frac{\Sigma v \operatorname{tg} a \,.\, x}{\Sigma v \operatorname{tg} \alpha} \,.\, \operatorname{tg} \alpha'}{\operatorname{tg} \alpha'' - \operatorname{tg} \alpha'}$$

$$z_0 = \frac{\frac{\Sigma v x}{\Sigma v} - \frac{\Sigma v \operatorname{tg} \alpha \,.\, x}{\Sigma v \operatorname{tg} \alpha}}{\operatorname{tg} \alpha'' - \operatorname{tg} \alpha'}$$

sendo x a abcissa da cabeça da estaca de inclinação σ. A origem comum de x e x_0 é arbitrária, devendo estar, no entanto, na intersecção do plano da figura com a face inferior do bloco.

c) *Relação em torno do centro eléctrico O:*

Suponhamos que é φ o ângulo de rotação.

Demonstra-se que o momento M que produz uma rotação φ é:

$$M = \varphi \,.\, I$$

sendo $I = \Sigma v \eta^2$

* * *

Sendo dada uma força F actuando no maciço, tal que as componentes horizontal e vertical sejam H e V, temos de decompor essa força em uma outra força passando por O e um binário.

A força que passa por O é decomponível em duas, F' e F''; respectivamente nas direcções de R' e R''.

Ora, é fácil de determinar o esforço produzido em cada estaca por cada um dos movimentos elementares que considerámos e com isso determinar v.

Atendendo a que se conhecem os esforços devidos a R'', R' e M, fácil é de deduzir, por proporção, os devidos a F', F'' e M' cada estaca ficando a suportar a força:

$$P = A \cos \alpha \left[\frac{F'}{R'} + \frac{F''}{R''} \operatorname{tg} \alpha + \frac{M}{I} \eta \right]$$

$$\text{e} \quad \eta = x - x_0 + z, \operatorname{tg} \alpha$$

ou o que é o mesmo:

$$P = A \cos a \left[\frac{v}{\Sigma A \cos^2 \alpha} - \frac{\operatorname{tg} \alpha'' - \operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \alpha'' - \operatorname{tg}'} + \right.$$

$$\left. + \frac{H}{\Sigma A \cos^2 \alpha \operatorname{tg} \alpha} \,.\, \frac{\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \alpha''}{\operatorname{tg} \alpha'' - \operatorname{tg} \alpha'} + \frac{M}{I} \eta \right]$$

Em todas estas fórmulas fizemos as seguintes convenções:

$\alpha > o$ quando a ponta da estaca estiver à esquerda da cabeça.

$x > o$ para a direita da origem.

$z > o$ para cima da origem.

$\eta > o$ para a direita do centro σ.

$v > o$ actuando de cima para baixo.

$H > o$ actuando da direita para esquerda.

$M > o$ quando dextrógiro.

1 N.º da estaca	2 $\cos\alpha$	3 $\cos^2\alpha$	4 $v.A\cos^2\alpha$	5 $\operatorname{tg}\alpha$	6 abcissa x	7 (4×5) $v.\operatorname{tg}\alpha$	8 (7×3 $v.\operatorname{tg}^2\alpha$	9 (4×6) v.x	10 (9×5) $v.x\operatorname{tg}\alpha$	11 abcissa η	12 $v.\eta^2$
			Σv			$\Sigma v \operatorname{tg}\alpha$	$\Sigma v \operatorname{tg}^2\alpha$	$\Sigma v.x$	$\Sigma v x \operatorname{tg}\alpha$		$\Sigma v \eta^2$

Se as estacas estiverem dispostas simètricamente, a expressão simplifica-se, porque, $t\alpha' = o$ e $tg\,\alpha'' = \infty$, vem:

$$P = \cos\alpha \left[\frac{v}{\Sigma \cos^2\alpha} + \frac{H}{\Sigma \cos^2\alpha\, tg^2\alpha} + \frac{M}{I}\, \eta \right]$$

3 — Arrumação do cálculo

1 — Preparar a tabela, preenchendo todas as colunas, menos a 11 e a 12.

2 — Calcular a partir da tabela anterior:

$$tg\,\alpha' = \frac{\Sigma\, v\, tg\,\alpha}{\Sigma\, v}$$

$$tg\,\alpha'' = \frac{\Sigma\, v\, tg^2\alpha}{E\, v\, tg\,\alpha}$$

3 — Determinar x_0 e z_0.

4 — Preencher as colunas 11 e 12.

5 — Somar a coluna 12, de forma a obter I.

6 — Decompor F em v e H.

7 — Entrar com os valores achados na fórmula de Nökkentved que dá P em grandeza e sinal.

(Tirado da revista E. P. U. C. Engenharia Arquitectura)

BIBLIOTECA
FICHEIRO

Classificadores responsáveis:

Adelino Felgueiras Barreto, António Alves dos Santos, Fernando Tiago Sanches, João Manuel Martins Pereira, Joaquim Cordeiro e José da Silva Pinharanda

---

Recortar as indicações bibliográficas que formam uma ficha e estão encimadas por CDU (Classificação Decimal Universal).

Colar cada referência num pequeno rectângulo de cartolina de 75 × 125 mm.

Ordenar pelos índices decimais, *começando da esquerda para a direita*, independentemente do número de algarismos que o índice contiver, e respeitando a seguinte regra de arrumação dos sinais auxiliares:

+ / n.os simples : [ ] = (01/09) (1/9) (=) " "A/Z — .0 .00

Consultar, em casos duvidosos, a exemplificação inserida na «Técnica» n.º 218 e seguintes, ou recorrer à Biblioteca da A. E. I. S. T.

Notar que a inserção das fichas nesta publicação respeita a ordem correcta, no intuito de a esclarecer o mais possível.

A comodidade de possuir no próprio local de trabalho um arquivo ordenado e de fácil consulta sobre assuntos que se sabe onde existem, é uma das evidentes vantagens de um ficheiro classificado segundo a CDU

Os assuntos de que estas fichas são referência ficam patentes à consulta a partir desta data.

LIVROS

C. D. U. 333.32 : 728.1

Casas para trabalhadores — Debate na Assembleia Nacional.

1954, vol. 1, págs. 154.

C. D. U. 338.011 (4)

Productivité européenne.

Agence Européenne de productivité. OECE-2 André Pascal — Paris, 1955, vol. 1, págs. 63.

C. D. U. 338.924 «1760/1830»

A revolução industrial 1760/1830 — *T. S. Ashton.*

Europa-América, Lisboa, s/d, vol. 1, págs. 188.

C. D. U. 551.4 (665.7) : 526

Trabalhos da Missão Geo-Hidrográfica da Guiné (1948-55) — *Manuel Pereira Crespo.*

Centro de Estudos da Guiné Portuguesa, Bissau, 1955, vol. 1 págs. 245.

Normas e processos de trabalho seguidos na geodesia e levantamentos topográfico e hidrográfico da Guiné Portuguesa.

C. D. U. 526 : 551.4 (665.7)

Trabalhos da Missão Geo-Hidrcgráfica da Guiné (1948-55) — *Manuel Pereira Crespo.*

Centro de Estudos da Guiné Portuguesa, Bissau, 1955, vol. 1, págs. 245.

Normas e processos de trabalho seguidos na geodesia e levantamentos topográficos e hidrográficos da Guiné Portuguesa.

C. D. U. 544.64 : 548.73

A história da análise por meio de Raios X — *Bragg, Sir Lawrence.*

Longmans Green e Company, 1943, vol. 1, págs. 28.

C. D. U. 548.73 : 544.64

A história da análise por meio de Raios X — *Bragg, Sir Lawrence.*

Longmans Green e Company, 1943, vol. 1, págs. 28.

C. D. U. 662.6/.9 (4)

L'industrie du Charbon en Europe.

OECE, Paris, vol. 1, págs. 88.

C. D. U. 624.042.7

A acção dos sismos sobre as construções — *J. S. Brasão Farinha.*

Separata do Boletim da O. dos Engenheiros, 1955, vol. 1, págs. 52.

C. D. U. 728.1 : 333.32

Casas para trabalhadores — Debate na Assembleia Nacional.

1954, vol. 1, págs. 154.

ARTIGOS DE REVISTAS

C. D. U. 331.215 : 62

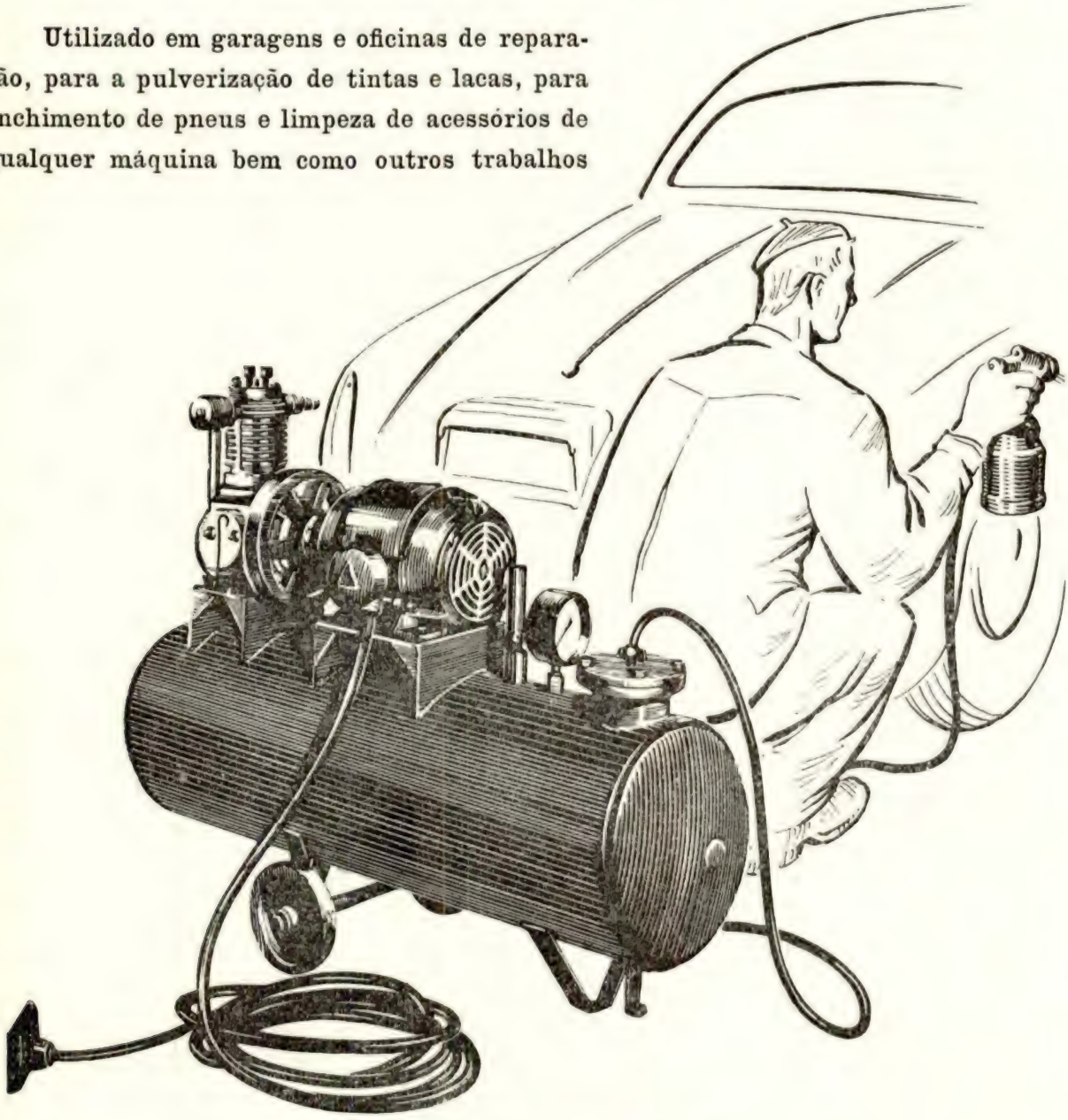
Regras para o cálculo dos honorários dos autores de projectos.

Boletim da Ordem dos Engenheiros, 1-2-959, vol. 5, n.º 3, pág. 159-162.

Grupo de pintura à pistola

COMPRESSOR DE AR
MOTOR ELÉCTRICO
TUBO DE AR E CABO ELÉCTRICO
RESERVATÓRIO DE AR
PISTOLA-PULVERIZADOR PARA TINTAS
GRUPO SOBRE RODAS

Utilizado em garagens e oficinas de reparação, para a pulverização de tintas e lacas, para enchimento de pneus e limpeza de acessórios de qualquer máquina bem como outros trabalhos



»TECHNOIMPEX«

EMPRESA HÚNGARA PARA O COMÉRCIO EXTERIOR DE MÁQUINAS
BUDAPESTE 62. B. P. 183. HUNGRIA

C. D. U. 331.82

O acidente e a produtividade — Memória 169 — *Maria da Glória C. P. Guimarães.*

Boletim da Ordem dos Engenheiros, 15-4-956, vol. 5, n.º 8, pág. 5.

C. D. U. 331.82 : 63

Higiene e segurança no trabalho agrícola — Memória 170 — *J. C. Mota Furtado.*

Boletim da Ordem dos Engenheiros, 15-4-956, vol. 5, n.º 8, pág. 8.

C. D. U. 331.823

Segurança dos locais de trabalho — Memória 167 — *Anibal Couto Nogueira.*

Boletim da Ordem dos Engenheiros, 15-4-956, vol. 5, n.º 8, pág. 2.

C. D. U. 331 823

Segurança industrial com vista à prevenção contra os acidentes de trabalho — Memória 166 — *Álvaro Almeida Cruz.*

Boletim da Ordem dos Engenheiros, 15-4-956, vol. 5, n.º 8, pág. 6.

C. D. U. 332.5 (469) «1931/1955»

O mercado monetário em Portugal no período de 1931-1955 — *A. Ramos Pereira.*

Revista de Economia, 3-56, vol. 9, n.º 1, pág. 5-34.

C. D. U. 338

A indústria eleva o rendimento do trabalho e cria riquezas — *José Meira Quadros.*

Revista da Escola de Minas, 10-955, vol. 20, n.º 1 pág, 17-24.

C. D. U. 382.4

Relações comerciais com o Leste Europeu — *M. C.*

Revista de Economia, 3-956, vol. 9, n.º 1, pág. 45-46.

C. D. U. 388.1

Administración de una Supercarretera de Peaje como Negócio — *Heny E. Rose.*

Caminos y Construccion Pesada, 3-956, vol. 15, n.º 3, pág. 18-20.

C. D. U. 526.9 : 657.31

De como organizar racionalmente o orçamento de um levantamento topográfico - *Hardy Lopes Giusti.*

Rev. de Eng. Mackenzie, 9-12-955, vol. 11, n.º 126, pág. 105-107.

C. D. U. 550.34 (469 + 469 — 5)

Contribuição para o conhecimento da sismicidade dos territórios portugueses — Memória 139 — *Alfredo S. Mendes.*

Boletim da Ordem dos Engenheiros, 1-2-956, vol. 5, n.º 3, pág. 4.

C. D. U. 550.34 : 624.042.7 (469.9)

Apontamentos duma visita à ilha de S. Miguel para estudo dos efeitos dos abalos sísmicos de 5 de Agosto de 1932 e 27 de Abril de 1935 — *Manuel António Vassalo Silva.*

Boletim da Ordem dos Engenheiros, 15-3-956, vol. 5, n.º 4.

C. D. U. 531.7 : 62

A importância da metrologia na fabricação industrial moderna — *Alban Amman.*

Rev. de Eng. Mackenzie, 9-12-955, vol. 11, n.º 126, pág. 97-103.

C. D. U. 532.522/5

Raccordements pour conduites à section carrée.

La Houille Blanche 10-10-955, vol. 10, n.º 5, pág. 775-781.

C. D. U. 532.55 : 628.112

Étude d'une singularité dans les écoulements plans des liquides pesants en milieux poreux — *J. Kravtchenko, G. Saint-Marc* e *M. Boreli.*

La Houille Blanche, 8-9-955, vol. 10, n.º 4, pág. 533.

C. D. U. 532.517.4 : 532.529

Diffusion turbulente à travers une discontinuité de densité — *H. Rouse* e *J. Dodu.*

La Houille Blanche, 8-9-955, vol. 10, n.º 4, pág. 552-532.

C. D. U. 532.69 : 677 — 17

Evaluacion del poder impregnador — *L. Mauri.*

Ion, 2-956, vol. 26, n.º 175, pág. 71-79.

C. D. U. 544.62

Técnica e aplicações da espectroanálise de emissão — *Alfonso Buccheri.*

Rev. de Eng. Mackenzie, 9-12-955, vol. 11, n.º 126, pág. 71-76.

C. D. U. 544 : 661.249

O gás sulfídrico e a análise qualitativa — *Rodolfo Fellipe Kraner.*

Rev. de Eng. Mackenzie, 9-12-955, vol. 11, n.º 126, pág. 95-96.

C. D. U. 551.465

Généralités sur les seiches et les ondes de seiches (problème de leur origine) — *F. Biesel* e *B. Le Méhanté.*

La Houille Blanche, 10-11-955, vol. 10, n.º 5, pág. 759-774.

C. D. U. 551.495.5

Quelques résultats théoriques récents concernant les écoulements des nappes d'eau souterraines — *R. Meyr.*

10-11-955, vol. 10, n.º 5, pág. 744-758.

C. D. U. 551.573

La mécanique de l'évaporation — *Maurice L. Albertson.*

La Houille Blanche, 10-11-955, vol. 10, n.º 5, pág. 704/717.

Conclui no n.º 6.

Vista da nave das máquinas das instalações da Lusalite em África
Executada pela Fábrica Metalúrgica e Construtora CARAVELA, LTD.ª (Antiga OMES)

FABRICA METALURGICA E CONSTRUTORA

Nesta oficina executam-se também outros trabalhos; como:

Reservatórios, estruturas metálicas para aparelhos de elevação, postes metálicos, condutas metálicas, pontes metálicas, etc.

Sede: Avenida Infante D. Henrique — Talhão 10 — LISBOA

Telef. 399008 / 399 480

C. D. U. 620.186

A Metalografia — Métodos e aplicações — *Antera Valeriana de Seabra.*

Boletim da Ordem dos Engenheiros, 15-3-956, vol. 5, n.º 4.

C. D. U. 621.24 : 669.15

Fontes, aciers et alliages divers pour moulage de pièces devant résister à l'abrasion, à la corrosion ou satisfaire à certaines caractéristiques — *R. Poirot.*

La Houile Blanche, 10-11-955, vol 10, n.º 5, pág 731-743.

C. D. U. 621.311.003.2

Aspectos financeiros e administrativos do problema da electricidade em Portugal — *Vergilio Moreira.*

Revista de Economia, 3-956, vol. 9, n.º 1, pág. 35-41.

C. D. U. 621.67 : 669

Aspects métallurgiques de tenue en service de pompes — *B. de Borde.*

La Houille Blanche, 9-10-955, vol. 10, n.º 5, pág. 718-730.

C. D. U. 621.771.2.008 (469)

Projecto duma laminagem em Portugal — Memória 164 — *João Botelho Cardoso.*

Boletim da Ordem dos Engenheiros, 15-4-956, vol. 5, n.º 8, pág. 6.

C. D. U. 622.9294 : 62.138.51

Tres mezcladoras en linea éjecutan un trabajo de estabilización con cemento de gran magnitud.

Caminos y construccion pesada, 4-956, vol. 15, n.º 4, pág. 24-28.

C. D. U. 624.023.93

Comparación entre vigas precomprimidas y de hormigón armado — *José Soto B. y Fernando Mejon Z.*

Revista de Caminos (Chile), 10-12-955, vol. 29, pág. 207-208.

C. D. U. 624.27 (436

Le Pont sur la Mur à Frobnleiten (Autriche) — *A. Battig.*

Acier, Stahl· Steel, 2-956, vol. 21, n.º 2, pág. 77-84.

C. D. U. 624.042.7

Consideração dos sismos no estudo dos novos edifícios para os Ministérios das Obras Públicas e das Comunicações.

Boletim da Ordem dos Engenheiros, 1-12-955, vol. 4, n.º 23.

C. D. U. 624.042.7

A consideração das solicitações sísmicas no dimensionamento das estruturas — *J. Ferry Borges.*

Boletim da Ordem dos Engenheiros, 1-12-955, vol. 4, n.º 23.

C. D. U. 624.072.333

O encastramento parcial no método de Cross — *J. S. Brasão Farinha.*

Separata da Técnica, 15-6-956, vol. 1 pág. 5.

C. D. U. 624.072.33 : 624.151

Cálculo de estruturas atendendo ao grau de encastramento imposto pelas fundações — *Brasão Farinha.*

Bol. da Ordem dos Engenheiros, 15-4-956, vol. 5, n.º 8.

C. D. U. 624.135

Explanaciones a toda velocidad.

Caminos y construccion pesada, 2-956, vol. 15, n.º 2, pág. 30-31 e 38-40.

C. D. U. 624.151 : 624.072.33

Cálculo de estruturas atendendo ao grau de encastramento imposto pelas fundações — *Brasão Farinha.*

Bol. da Ordem dos Engenheiros, 15-4-956, vol. 5, n.º 8.

C. D. U. 624.137 (73)

Estabilizacion de taludes (control de la erosión en la autopista de West Virgínia) — Parte II.

Caminos y construccion pesada, 3-956, vol. 15, n.º 3, pág. 15-17.

C. D. U. 624.137 (87)

Estabilizacion de taludes (control de la erosión com mortero lanzado) — Parte III.

Caminos y construccion pesada, 4-956, vol. 15, n.º 4, pág. 15-17.

C. D. U. 624.138.51 : 621.929

Tres mezcladoras en linea ejecutan un trabajo de estabilizacion com cemento de gran magnitud.

Caminos y construccion pesada, 4-956, vol. 15, n.º 4, pág. 24-28.

C. D. U. 624.154.9

Determinacion previa de la capacidad de carga de un Pilote Friccional — *A. M. Hensing* e *F. O. Boomfield.*

Caminos y construccion pesada, 4-956, vol. 15, n.º 4, pág. 18-20.

C. D. U. 624.155

Nuevo tipo de Martinete para hincar pilotes.

Revista de Caminos, (Chile), 10-12-955, vol. 29, pág. 187-195.

C. D. U. 624.191.2

Métodos de apuntalamiento usados en el cruce de una autopista.

Caminos y construccion pesada, 2-956, vol. 15, n.º 2, pág. 22-24.

C. D. U. 625.77

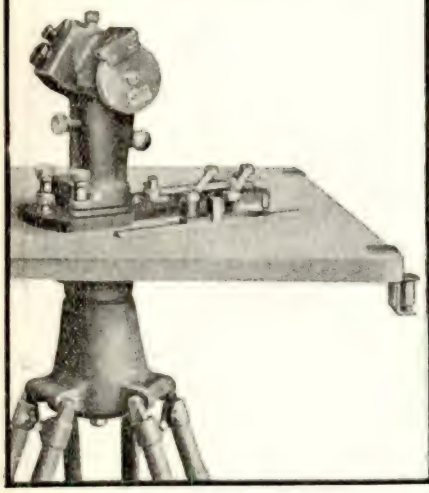
Plantaciones de arbores en las carreteras.

Revista de Caminos (Chile), 10-12-955, vol. 29, pág. 177-178.

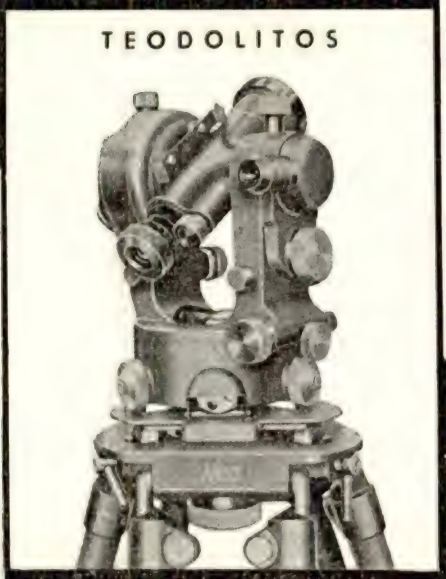
Modernos
INSTRUMENTOS GEODÉSICOS
KERN
— FABRICO SUIÇO —

Para um trabalho mais simples, mais preciso, mais rápido e menos árduo...

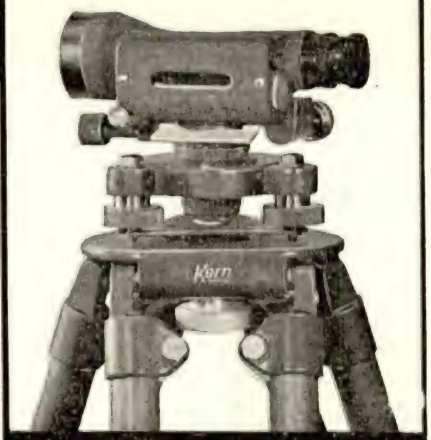
ALIDADES



TEODOLITOS



NÍVEIS



Kern AARAU

SEMPRE PARA ENTREGA IMEDIATA NOS REPRESENTANTES

EMÍLIO DE AZEVEDO CAMPOS & C.A, L.DA

PORTO — CASA FUNDADA EM 1854 — LISBOA

MANIL

EXPORTAÇÃO · IMPORTAÇÃO

Sede: **Paço d'Arcos** – Av. Voluntários da República – Tel. 262 P. A.

CONSTRUÇÃO CIVIL

SERRAÇÃO E CARPINTARIAS MECÂNICAS
MADEIRAS E TACOS TRATADOS

Depósitos: CASCAIS — ESTORIL
PAÇO D'ARCOS — PAREDE

As oficinas estão apetrechadas com os maquinismos mais modernos e com estufa para secagem e tratamento de madeiras

C. D. U. 625.712.165 : 625.745.4

Desagüe y Drenaje en Aeropuertos — *Luis E. Jobet B.*
Revista de Caminos (Chile), 10-12-955, vol. 29, pág. 179-186.

C. D. U. 625.745.4 : 625.712.65

Desagüe y Drenaje en Aeropuertos — *Luis E. Jobet B.*
Revista de Caminos (Chile), 10-12-955, vol. 29, pág. 179-186.

C. D. U. 625.878.001.57

Experimento en Wyoming sobre Asfalto con Caucho (tratamento superficial de ensayo empleando asfalto comun y asfalto con caucho em completa dispersión molecular) — *F. B. Odasz y R. V. Witter.*
Caminos y construccion pesada, 4-956, vol. 15, n.º 4, pág. 43-46.

C. D. U. 626.17.012.4

Se acelera el revestimiento de un Canal empleando moldes deslizables — *Robert E. Loudon.*
Caminos y construccion pesada, 3-956, vol. 15, n.º 3, pág. 30-31.

C. D. U. 627.824.3

Projeto e construção de uma pequena Barragem de terra — *Francisco de Assis Bastos.*
Caminos y construccion pesada, 3-956, vol. 6, n.º 3, pág. 5.

C. D. U. 637.2

Fabricación continua de la manteca — *A. Goded Mur.*
ION, 3-956, vol. 16, n.º 176, pág. 159-165; 4-956. vol. 16, n.º 177, pág. 222-228; 5-956, vol. 178, 278-284

C. D. U. 657.4.01

Um método de registo de operações em moeda estrangeira — *A. Colares Vieira.*
Revista de Economia, 3-956, vol. 9. n.º 1, pág. 41-44.

C. D. U. 657.31 : 526/9

De como organizar racionalmente o orçamento de um levantamento topográfico — *Hardy Lopes Giusti.*
Rev. de Eng. Mackenzie, 9-12-955, vol. 11, n.º 126, pág. 105-107.

C. D. U. 661.7

Desarrollo y estado actual dela Industria Quimica española — Derivados de productos vegetales (Fermentación y Extracción) — *Marcos Garcia Garcia.*
ION, 3-956, vol. 16, n.º 176, pág. 166-176.

C. D. U. 661.96 : 669.1

O Hidrogénio na Siderurgia — *Paulo Bastien.*
Bol. da Ordem dos Engenheiros, 1-955, vol. 4, n.º 23, pág. 1-15.

C. D. U. 661.249 : 544

O gás sulfrídico e a análise qualitativa — *Rodolfo Kraner.*
Rev. de Eng. Mackenzie, 9-12-955, vol. 11, n.º 126, pág. 95-96.

C. D. U. 667.643.2

De l'importance de la mise en état des surfaces métalliques avant peinturage.
Aux peintres la peinture. Enduits minces et peintures pour égalisation, protection et décoration *M. Laurent, M. Rabaté.*
Annales de l'I. T. du B. et des T. P., 5-956. vol. 9, n.º 101, pág. 413-425.

C. D. U. 669.001.5

Progress Metallurgical Research.
Metallurgia, 1955, vol. 52, n.º 309, pág. 20-24.

6 referências bibliográficas.

C. D. U. 669.1 (81)

Siderurgia no Brasil — *Kleber Farias Pinto.*
Revista de Obras Públicas, 10-955, vol. 20, n.º 1, pág. 33.

C. D. U. 669.1.002.5

Localização da siderurgia nacional — *Luis da Fonseca.*
Boletim da Ordem dos Engenheiros, 1-11956, vol. 5, n.º 1, pág. 8.

C. D. U. 669.131.2 : 539.2

The Structure and Mechanical Properties of white Irons — *W. J. Williams.*
Metallurgia, 9-955, vol. 52, n.º 311, pág. 129-134.

3 referências.

C. D. U. 669.15.26

Exothermic Ferro-Chromium.
Metallurgia, 7-955, vol. 52, n.º 309, pág. 37-38.

C. D. U. 669.295.5

Titanium Alloy Production.
Metallurgia, 9-955, vol. 52, n.º 311, pág. 137-138.

C. D. U. 669.35.725 : 679.5

Beryllium Copper Moulds.
Metallurgia, 7-955, vol. 52, n.º 309, pág. 31-32.

C. D. U. 669.71

A indústria do Alumínio — *Manuel Gaspar de Barros.*
Boletim da Ordem dos Engenheiros, 15-3-956, vol. 5, n.º 6.

C. D. U. 669.71 004

Aluminium Centenary Exhibition.
Metallurgia, 7-955, vol. 52, n.º 309, pág. 13-19.

C. D. U. 671.16 : 549

Caracterización de gemas naturales y sintéticas — *L. Blas.*

Ion, 3-956, vol. 16, n.º 176, pág. 147-152.

C. D. U. 667.113.8 : 541.14

Blanqueadores ópticos — *Luis Mauri* e *Leandro Mauri.*

Ion, 3-956, vol. 16, n.º 176, pág. 153-158.

C. D. U. 669.15 : 621.24

Fontes, aciers et alliages divers pour moulage de pièces devant résister à l'abrasion, à la corrosion ou satisfaire à certaines caractéristiques — *R. Poirot.*

La Houille Blanche, 10-11-955, vol. 10, n.º 5, pág. 731-743.

C. D. U. 669 : 621.67

Aspects métallurgiques de tenue en service des pompes — *B de Borde.*

La Houille Blauche, 9-10-955, vol. 10, n.º 5, pág. 718-730.

C. D. U. 669.1 : 661.96

O Hidrogénio na Siderurgia — *Paul Bastien.*

Bol. da Ordem dos Engenheiros, 1-955, vol. 4, n.º 23, pág. 1-15.

C. D. U. 677 — 17 : 532.69

Evaluación del poder impregnador — *L. Mauri.*

Ion, 2-56, vol. 16, n.º 175, pág. 71-79

C. D. U. 69 (73)

La industrie de la construccion en los Estados Unidos — *Francisco Barcelo.*

Revista de Obras Públicas, 3-956, vol. 104, n.º 2892, pág. 181-190.

C. D. U. 691.327 — 119.2 : 624.072.2 — 012.4

Pie Wirkung des Schwindens und Kriechen des Betons auf eingerissene stahlhetonträger — *L. Kollar.*

Acta Técnica, 1956, vol. 14, n.º 3-4, pág. 293-311.

Acção de retracção e da fluência do betão nas vigas fissuradas de betão armado.

C. D. U. 691.328.004 (46)

Cincuenta años de Hormigon armado en España — *Alfredo Paez Balaca.*

Revista de Obras Públicas, 4-956, n.º 2892, pág. 201-209.

C. D. U. 691.54 : 620.17

Essai de fissurabilité des liants hydrauliques — Contribuition a l'expérimentation sur les conditions d'essais — *M. L. Vironnaud.*

Annales de l'Institut Technique du Batiment et Travaux Publics, 3-4-956, vol. 9, n.º 99-100 pág. 251-276

C. D. U. 711.4 (469.322.13)

Uma conferência realizada em Coimbra sobre o seu plano regulador.

Revista da Faculdade de Engenharia do Porto, 1-6-955, vol. 20, n.º 1, pág. 13-32.

C. D. U. 72.01

Arquitetura e arte — *Francisco Prestes Maia.*

Rev. de Eng. Mackenzie, 9-12-955, vol. 11, n.º 126, pág. 67-70.

C. D. U. 725.2 + 728

Conjunto Nacional — *David Likeskind.*

Rev. de Eng. Mackenzie, 9-12-955, vol. 11, n.º 126, pág. 86-91.

C. D. U. 725.83

Clube em São Paulo — *Abelardo de Sousa.*

Rev. de Eng. Mackenzie, 9-12-955, vol. 11, n.º 126, pág. 92-93.

C. D. U. 725 : 624.014.25

Construction entièrement soudée, à plusieurs étages, pour les services hidro-électriques de l'Ontario — *Mac Murray* e *T. Ivocy.*

Acier. Stabl. Steel, 12-956, vol. 21, n.º 1, pág. 27-31.

C. D. U. 782 + 725.2

Conjunto Nacional — *David Likeskind.*

Rev. de Eng. Mackenzie, 9-12-955, vol. 11, n.º 126, pág. 86-91.

C. D. U. 728 (44)

Construction de 300 logements à Vincennes — *J. Barets.*

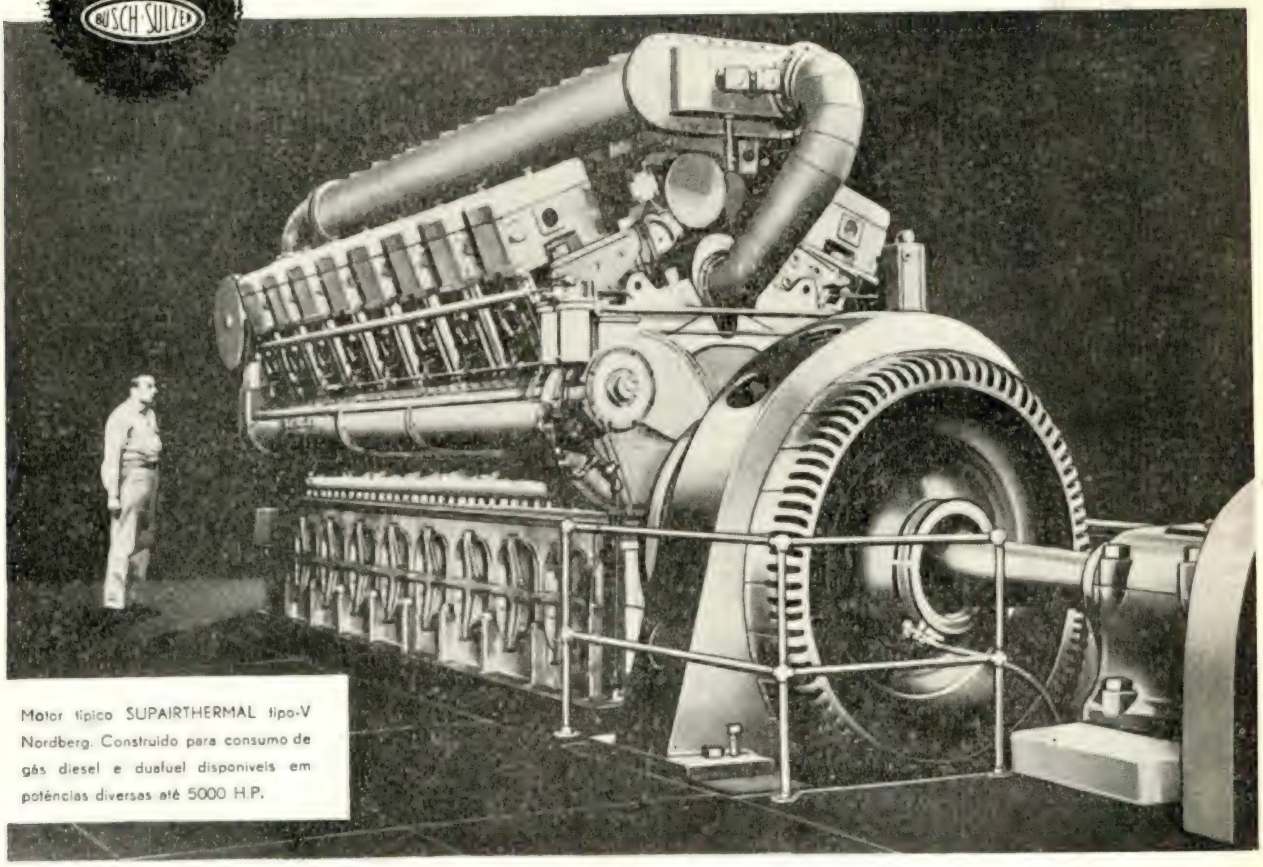
Annales de l'I. T. du Batiment et des Travaux Publics, 3-4-956, vol. 9, n.º 99-100, pág. 331-342.

C. D. U. 728.1 (44)

Fabrication industrielle de huit logements par jour dans la région parisienne — *M. Camus.*

Annales de l'I. T. du B. et des T. P. 5-956, vol. 9, n.º 101, pág. 427-454.

Pioneiros na geração de potência!



Motor típico SUPAIRTHERMAL tipo-V Nordberg. Construido para consumo de gás diesel e duafuel disponiveis em potências diversas até 5000 H.P.

Data de 1890 a experiência da Nordberg na concepção e no fabrico de motores primários, geradores de energia. No princípio deste século a Nordberg construiu na América os primeiros grandes motores Diesel. Marcaram eles o início do que são agora quatro décadas de supremacia Nordberg no desenvolvimento e na produção de motores pesados.

Tendo sempre reconhecido as necessidades na indústria de todo o Mundo de motores mais perfeitos, mais eficientes e mais seguros, a Nordberg conquistou uma reputação invejável como produtora dos melhores motores que se fabricam, graças aos seus conhecimentos técnicos modernos, às facilidades e à sua experiência.

Hoje, a Nordberg constrói a série mais completa de motores para serviços pesados no Hemisfério Ocidental... de 10 a mais de 12.000 HP... incluindo tipos Diesel, Duafuel e de explosão que respondem pràticamente a todas as necessidades de energia. Estando interessado escreva pedindo pormenores.

NORDBERG MFG. CO., MILWAUKEE, WISCONSIN, U.S.A. End. Telegráfico: NORDBERG

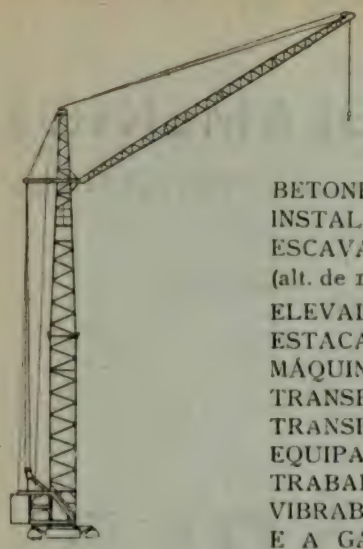
LONDRES, 19 Curson St., W.1. — JOHANNESBURGO, 42 Marshall St. CIDADE DO MÉXICO, D.F., Dolores 3

A outra maquinaria Nordberg inclui:

BRITADEIRAS SYMONS CÔNICAS E GIRATÓRIAS, SEPARADORAS VIBRATÓRIAS SYMONS, MOÍNHOS, GUINDASTES PARA MINAS, MATERIAL PARA CONSERVAÇÃO DAS LINHAS FÉRREAS.

Representada nos principais centros comerciais de todo o Mundo

XP156-P



Representantes e distribuidores de:

BETONEIRAS «EBA» e «LIEBHERR»
INSTALAÇÕES DE BRITAGEM E CRIVAGEM
ESCAVADORAS «LIEBHERR» — GRUAS «LIEBHERR»
(alt. de 14 a 84 m, cargas até 5 ton. e alcances de 5 a 60 m)
ELEVADORES E GUINCHOS «EBA»
ESTACAS-PRANCHAS «LARSSEN»
MÁQUINAS DE PROJECÇÃO E INJECÇÃO DE CIMENTO
TRANSPORTADORES PNEUMÁTICOS DE BETÃO «EMDE»
TRANSPORTADORES DE FITA «RHETA»
EQUIPAMENTOS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL
TRABALHOS DE ESTRADAS, MARÍTIMOS E HIDRÁULICOS
VIBRABORES ELÉCTRICOS, A AR COMPRIMIDO
E A GASOLINA «STV»

FERROMETAL, LDA.

LISBOA — Rua Joaquim António de Aguiar, 41-1.º E. — Tel. 48239

Sociedade Metropolitana e Colonial de Construções, L.da

SOMEC

R. da Madalena, 163 — Lisboa Telefone 32795/6

Sondagens
Fundações
Betão armado
Trabalhos marítimos
Túneis

no Coninente e Ultramar

Impermeabilize com um produto betuminoso

MAS SÓ

com o que for apropriado ao seu caso

Guedes & Santos Silva, L.da

fabrica todos os produtos betuminosos

MASTIQUES
PLACAS BETUMINOSAS
FIBRO MASTIQUES
EMULSÕES BETUMINOSAS
CARTÕES ASFALTADOS, ETC.

podendo por isso indicar o melhor

Rua de Pedrouços, 49 Tel. 61 13 16

AGLOMERADOS DE CORTIÇA
PARA
ISOLAMENTOS
TÉRMICOS — ANTIVIBRÁTICOS
E
ACÚSTICOS

ISOLA

SOCIEDADE COMERCIAL DE ISOLAMENTOS DE CORTIÇA, L.DA
LISBOA
Avenida António Augusto de Aguiar, 17
Telef. 4 9787 — 4 1697 — 4 7824

CAVAN

SOCIEDADE PORTUGUESA

POSTES DE BETÃO PARA LINHAS ELÉCTRICAS
MOSAICOS E AZULEJOS

COLUNAS PARA ILUMINAÇÃO PÚBLICA
MANILHAS PARA ESGOTOS

RUA D. ESTEFÂNIA, 42
TELEF. 4 7812-5 0129
LISBOA

Log Abax

MÁQUINA DE CONTABILIDADE E ESTATÍSTICA

198 TOTALIZADORES

ao serviço do comércio e indústria Portuguesa

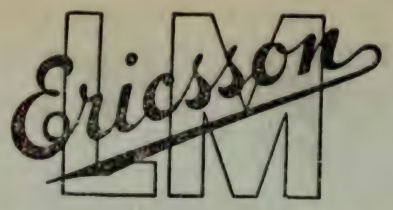
*

Representantes

ORGANIZAÇÕES MODERNAS DE CONTABILIDADE, L.DA

RUA RODRIGUES SAMPAIO, 69-1.º

LISBOA



- SISTEMAS TELEFÓNICOS DE TODOS OS TIPOS
- SISTEMAS DE SINALIZAÇÃO
- SISTEMAS DE SONORIZAÇÃO
- APARELHAGEM DE MEDIDA E ENSAIO
- CONTADORES ELÉCTRICOS
- CABOS E APARELHAGEM TELEFÓNICA E ELÉCTRICA

PROJECTOS
MONTAGENS
REPARAÇÕES
ASSISTÊNCIA TÉCNICA

Sociedade Ericsson de Portugal, L.da

R. Filipe Folque, 7, 1.º Tel. (P P C 2 linhas) 57193

EMPILHADORES ELEVADORES

0,6—15 Toneladas

CARRINHOS TRANSPORTADORES E COM PEQUENA ELEVAÇÃO PARA O CONDUTOR DE PÉ OU SENTADO REBOQUES, ETC. ACCIONADOS POR MOTOR ELÉCTRICO COM BATERIAS DIESEL, ou A GASOLINA

Fabricados por

Maschinenfabrik Esslingen

Alemanha

Representantes:

SANFER, L.DA

R. de S. Julião, 41, 1.º — LISBOA

TELEFONES 26089 E 29849

Deslise suave

Exemplo típico de corrente transportadora RENOLD accionando uma plataforma de deslise suave numa máquina de encher latas que também emprega três transmissões RENOLD.

Correntes de aço para Elevadores e Transportadores

Agentes e Depositários

HARKER, SUMNER & C.A, L.DA

PORTO — 38, Rua de Ceuta, 48

LISBOA — 14, Largo Corpo Santo, 18

ESCAVADORAS LINK-BELT SPEEDER

— **Modelos** desde 1/2 a 2 1/2 jardas cúbicas de capacidade.

— **Equipamentos frontais:** «dragline»; balde de garras; guindaste; bate-estacas; valadora e colher escavadora frontal.

— **Comandos hidráulicos** Speed-o-Matic, patente da Link-Belt Speeder.

— **Montagens possíveis:**

LAGARTAS

CHASSIS SOBRE PNEUS

CAMIONS

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS
PARA A METRÓPOLE E ULTRAMAR

ESTABELECIMENTOS HEROLD, L.DA

RUA DOS DOURADORES, 7

LISBOA

MÁQUINAS FERRAMENTAS DE QUALIDADE

Tornos Paralelos
Limadores
Engenhos Radiais
Máquinas de Rectificar
Tornos Revólver
Frezas
Escateladores
Plainas
Mandriladoras

Entrega imediata

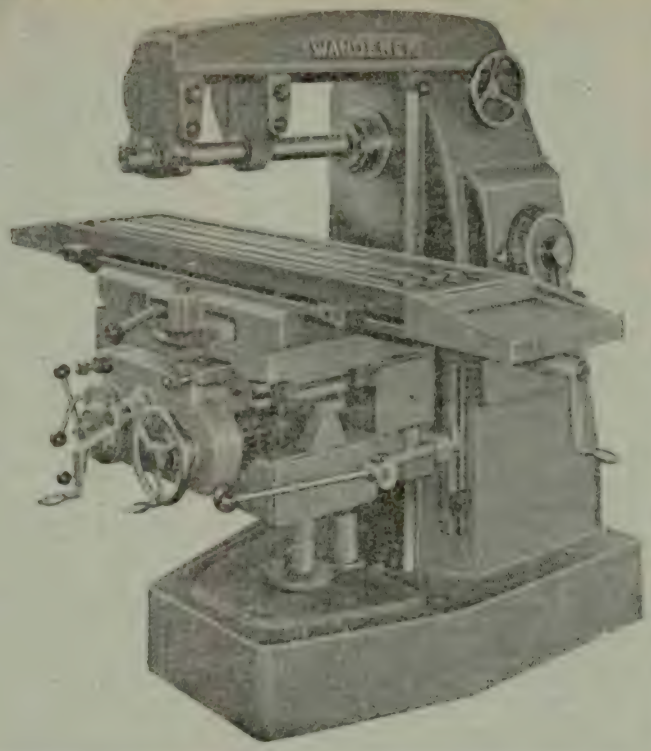
MÁQUINAS DE PRECISÃO, L.DA

(Eng.º J. d'Arriaga de Tavares)

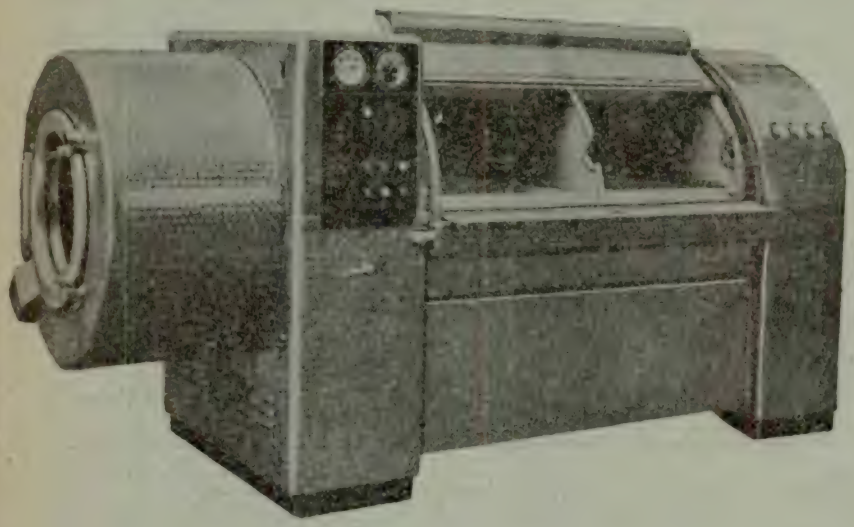
LISBOA:
Rua da Boa Vista, 45 a 49 — Tel. 66 60 86

PORTO:
Rua Sá da Bandeira, 629 — Tel. 28720

LUANDA:
R. Pereira Forjaz, 79 — Caixa Postal 304



POENSGEN



TÉCNICA PERFEITA

A MAIS MODERNA
MAQUINARIA PARA

LAVANDARIAS

✦

ORÇAMENTOS
ESTUDOS

AZEVEDO & PESSI, LDA.

Rua Nova do Almada, 46 — LISBOA — Telefs. 2 0354 - 2 4495 - 2 9879

SONDAGENS RÓDIO, L.DA

LISBOA

RUA S. MAMEDE AO CALDAS, 22, 3.º

Telefones: 2 8685 - 2 6865 ✦ Telegramas: SETANSOL

RODIO

SONDAGENS GEOLÓGICAS
ESTUDOS GEOTÉCNICOS
ESTACAS GUNITA
CAPTAÇÃO DE ÁGUAS
CONGELAÇÃO DO TERRENO
IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS HIDRÁULICAS
CONSOLIDAÇÃO DE FUNDAÇÕES
ABAIXAMENTO DO LENÇOL DE ÁGUA

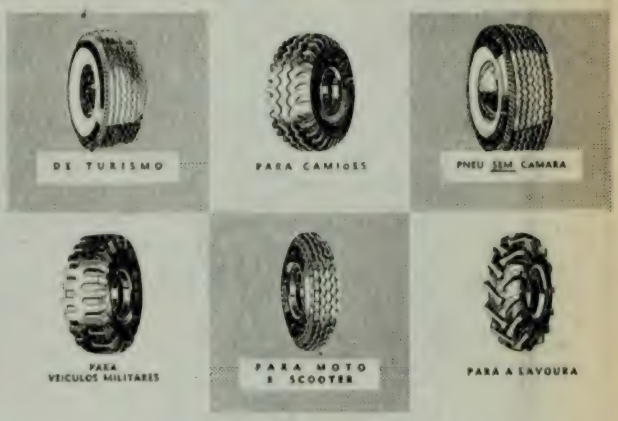
—//—

Sócio gerente: **Walter Weyermann**-Eng. civil

PNEUS

MABOR

UMA PRODUÇÃO QUALIFICADA PARA SATISFAZER AS NECESSIDADES DO CONSUMO NACIONAL



UMA REDE CRESCENTE DE POSTOS DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA GRATUITA

LISBOA - LARGO DO ANDALUZ, 15 C - TELEF. 57162
PORTO - PRAÇA DOS POVEIROS, 30 - TELEF. 28271
COIMBRA - RUA DA SOFIA, 175 - TELEF. 5253
VILA REAL - AV. CARVALHO ARAUJO, 46 - TELEF. 204
VISEU - AV. 28 DE MAIO - TELEF. 2801
FARO - AV. DOS MERCADOS - TELEF. 578
CASTELO BRANCO - AV. MARECHAL CARMONA - TELEF. 53
SANTARÉM - LARGO DA PIEDADE - TELEF. 844
AVEIRO - AV. DR. LOURENÇO PEIXINHO, 242 - TELEF. 414
COVILHÃ - LARGO DE INFANTARIA 21 - TELEF. 444
BEJA - AV. MIGUEL FERNANDES, 15 - TELEF. 298
BRAGA - AV. MARECHAL GOMES DA COSTA - TELEF. 2074

CIMENTO TEJO

FÁBRICA EM ALHANDRA

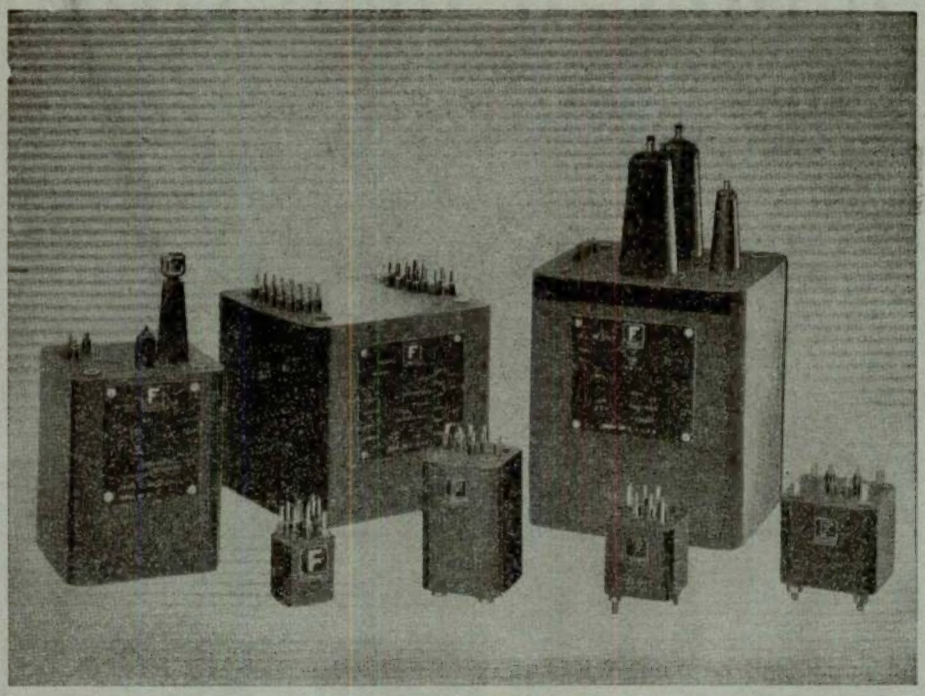
A instalação mais moderna do País. Dois fornos rotativos em laboração. — O "CIMENTO TEJO" marca pelas suas altas resistências e regularidade, garantidas pela fiscalização contínua de todas as fases do fabrico, exercida por técnicos portugueses especializados.

Pedidos à Companhia "CIMENTO TEJO"

SEDE EM LISBOA
RUA DA VITÓRIA, 88, 2.º

FILIAL NO NORTE
AV. DOS ALIADOS, 20, 3.º
PORTO

NOVOS TIPOS DE TRANSFORMADORES E CHOKES TIPO PENTLAND EMBEBIDOS EM RESINA



TENDO AS SEGUINTES VANTAGENS:

- COMO OS COMPONENTES ELÉCTRICOS ESTÃO EMBEBIDOS EM RESINA SINTÉTICA ESPECIAL, FICAM PROTEGIDOS CONTRA POEIRAS, HUMIDADES, ÁCIDOS, ETC.
- COMO A RESINA FICA A ENVOLVER AS ARMADURAS, FICA MONOBLOCO E RESISTENTE CONTRA PANCADAS.
- PODEM ESTES TRANSFORMADORES OU CHOKES SER MONTADOS EM QUALQUER POSIÇÃO.
- DIMENSÕES MAIS REDUZIDAS QUE OS TRANSFORMADORES EM BANHO DE ÓLEO.
- SÃO PRÀTICAMENTE INCOMBUSTÍVEIS.

PARA MAIS INFORMAÇÕES DIRIGIR-SE A

C. SANTOS LDA.

DIVISÃO MARÍTIMA E TÉCNICA

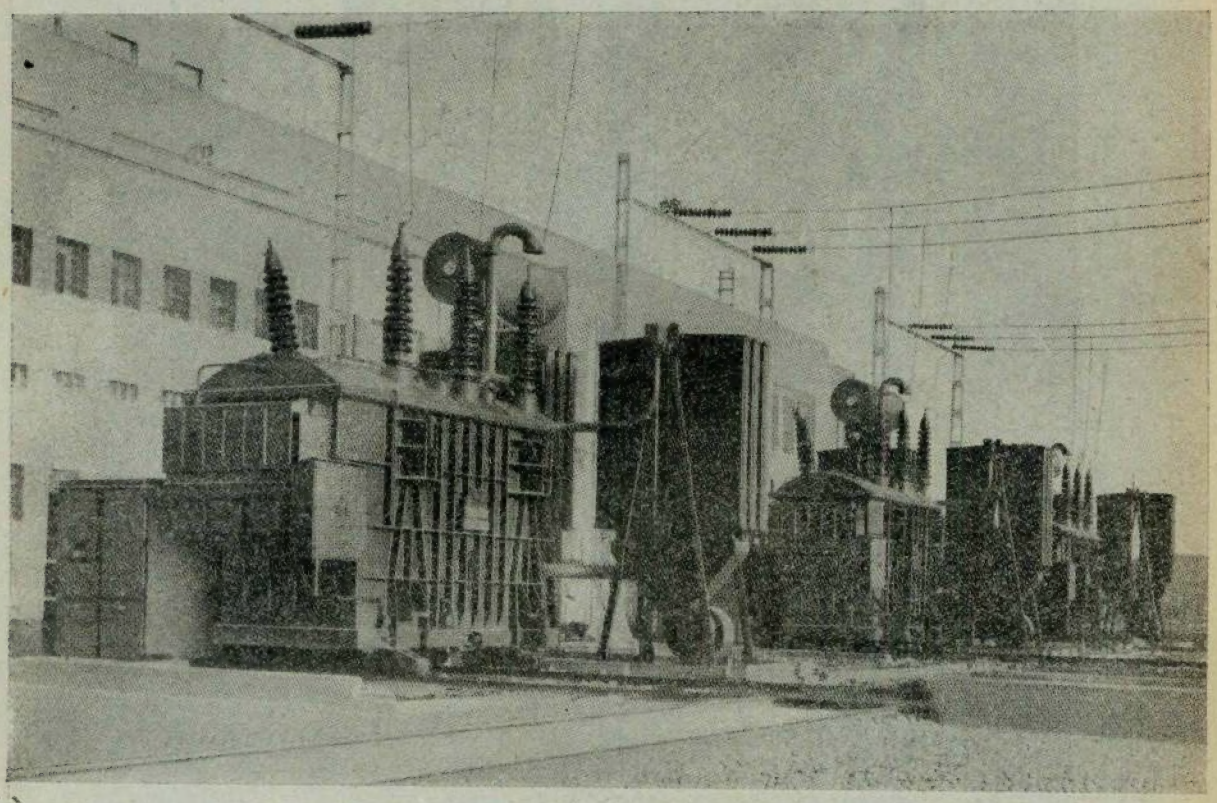
Av. da Liberdade, 35, 1.º

LISBOA

TRANSFORMADORES 'ENGLISH ELECTRIC'

No vastíssimo programa de produção da «The English Electric Company Limited», incluem-se transformadores com potência de 5 k V A a 100 M V A e tensões até 275 kV, fornecidos para as diferentes partes do mundo.

Na figura vê-se três transformadores trifásicos «English Electric» de 31.250 k V A, relação 138.000/10.500 V, instalados na Central de Teruel da Empresa Nacional Calvo Sotelo em Espanha.



THE ENGLISH ELECTRIC COMPANY LIMITED

Fábricas em: **Stafford, Rugby, Preston, Bradford e Liverpool**

Representantes exclusivos para Portugal e África Ocidental Portuguesa:

MONTEIRO GOMES, LIMITADA

Sede: Rua Cascais, 47 (Alcântara) — LISBOA

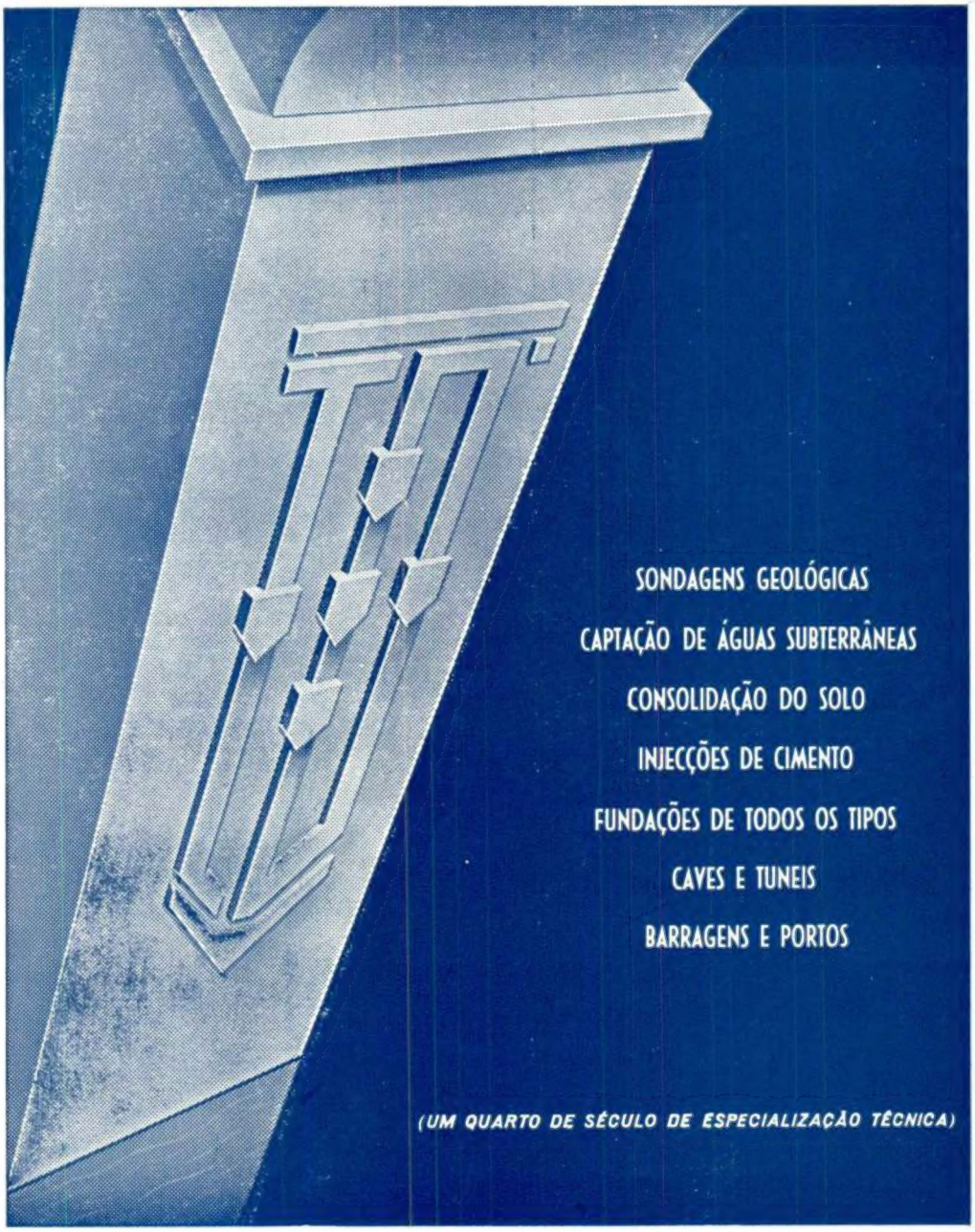
Sucursais: PORTO, BEJA, VILA FRANCA DE XIRA e LUANDA

Empresa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, L.DA

PR. DA FIGUEIRA, 18. 3.°
TELEF. 3 2774

LISBOA



S. A. BROWN BOVERI & CIE.

BADEN (SUÍÇA)

REPRESENTANTE GERAL EM PORTUGAL:

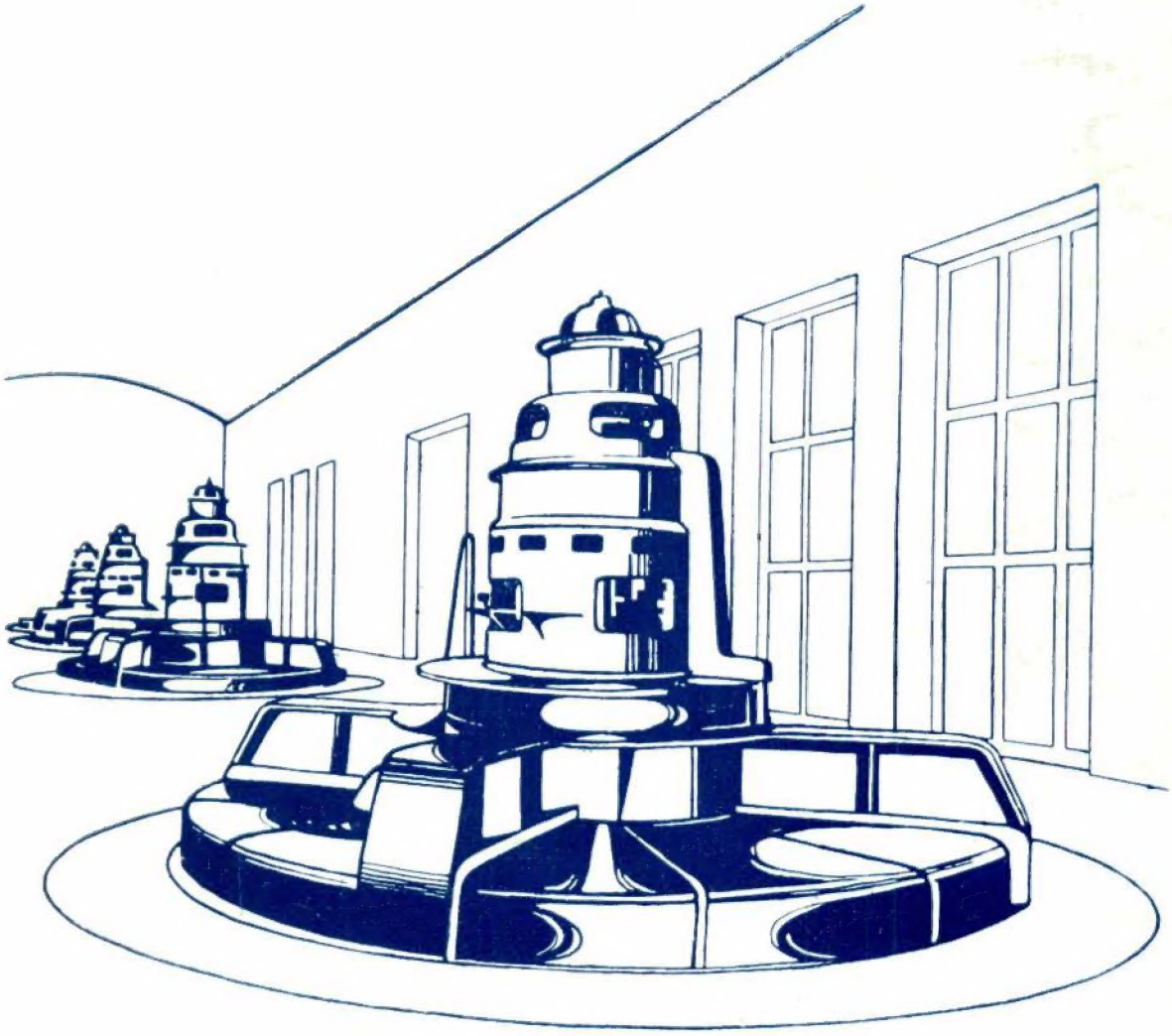
EDOUARD DALPHIN

Rua de Sá da Bandeira, 481-2.°

(Palácio do Comércio)

Telefone 23411

PORTO



BROWN BOVERI & CIE. instala centrais hidroeléctricas e termoeléctricas. A Portugal já forneceu muitas entre as quais SALAMONDE, no rio Cávado com dois grupos de 29.600 cavalos cada um. Procede à montagem do maior alternador instalado em Portugal, 60.000 kVA, na central de VILA NOVA, no rio Cávado. Em fabricação o maior turbo grupo que vai existir neste País com turbina a vapor de 76.000 cavalos.